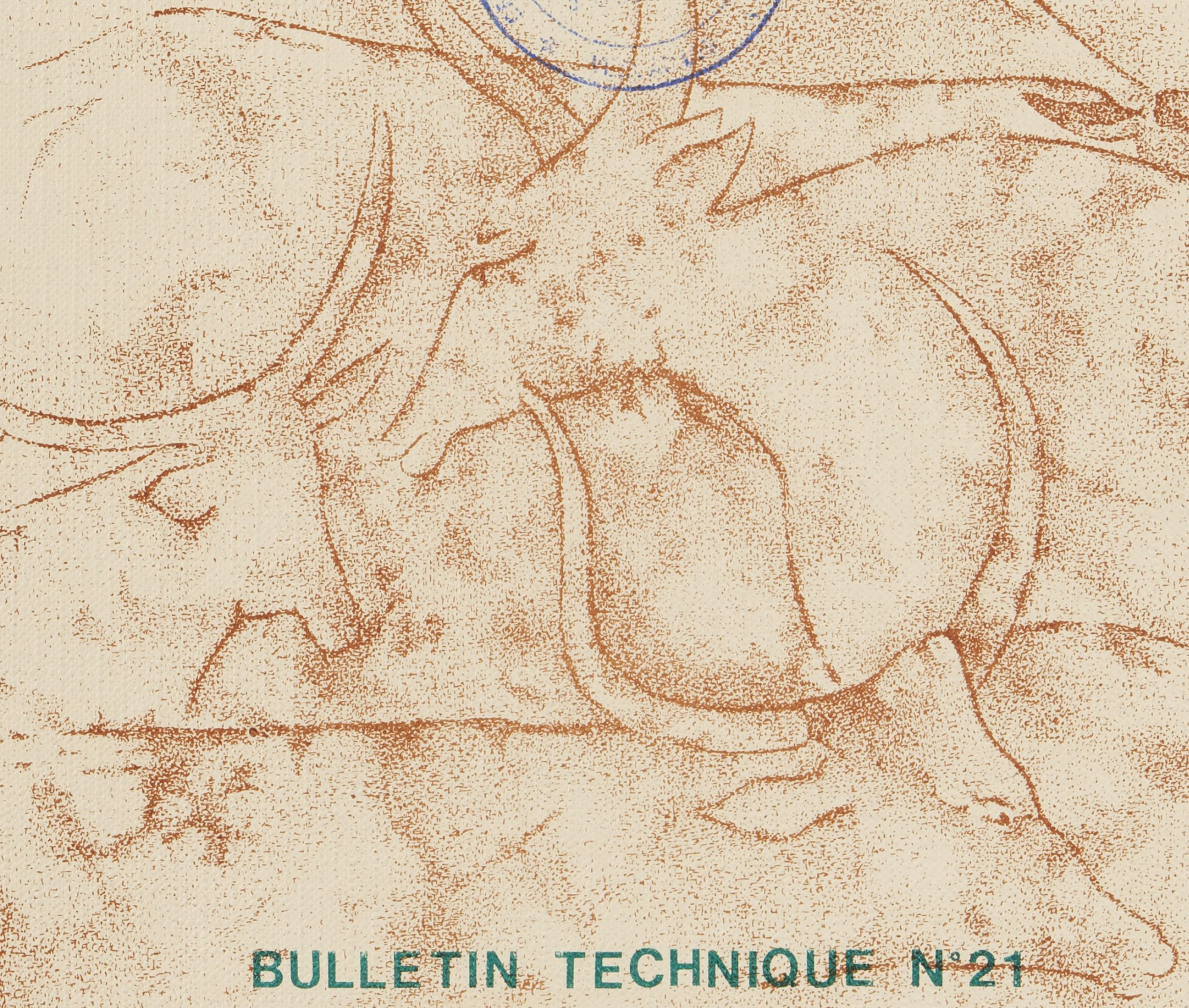
27.10
P. 1497

INRA

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES

ET VETERINAIRES DE THEIX

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
SERVICE DE
20 OCT. 1975



BULLETIN TECHNIQUE N°21

(TRIMESTRIEL)

SEPTEMBRE 1975

BTT-21

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES

ET VETERINAIRES DE THEIX

BULLETIN TECHNIQUE N°21

C.R.Z.V. de Theix
63 110 - BEAUMONT
Tél. (73) 92-42-63

Editions S.E.I.
C.N.R.A. VERSAILLES

SEPTEMBRE 1975

SOMMAIRE

PAGE

ETUDE DES TRAITEMENTS PERMETTANT D'AMELIORER LA VALEUR ALIMENTAIRE DES FOURRAGES «PAUVRES» (PAILLES)

J.P. JOUANY 5

ESSAIS D'UTILISATION DE DIFFERENTS TYPES DE MELANGES A BASE D'UREE OFFERTS EN COMPLEMENT DE RATIONS DE PAILLE A DES GENISSES D'ELEVAGE

A. HODEN, M. JOURNET et M. CROSSET-PERROTIN 17

PATURAGE DES VEAUX FEMELLES ENTRE 6 ET 12 MOIS d'AGE - INFLUENCE DE LA COMPLEMENTATION

J.L. TROCCON, C. DEMARQUILLY et M. JOURNET - avec la collaboration de **J.P. ANDRIEU et B. MARQUIS** 25

COMPLEMENTATION ENERGETIQUE DES RATIONS A BASE D'ENSILAGE D'HERBE EN COURS DE LACTATION

J.-P. DULPHY et C. DEMARQUILLY 31

INFLUENCE DE LA FERTILISATION SUR LA COMPOSITION MINERALES DES FOURRAGES ET LA SATISFACTION DES BESOINS EN MINERAUX DES RUMINANTS

Simone PERIGAUD 41

UTILISATION DU TOURTEAU DE COLZA PAR LA BREBIS

M. THERIEZ et G. MOLENAT 47

LA VIANDE DE CHEVAL

R. BOCCARD 53

ARTICLES SCIENTIFIQUES DES CHERCHEURS DU CENTRE (1974) 59

VIèmes JOURNEES INTERNATIONALES DE LA FEDERATION EUROPEENNE DES HERBAGES 65

REUNION ANNUELLE DE LA FEDERATION EUROPEENNE DE ZOOTECHNIE (FEZ) 66

I.N.R.A **I.T.O.V.I.C.**

Une date à retenir ! ....

2, 3, 4 Décembre 1975

Journées de la Recherche Ovine et Caprine

Un thème central :

L'UTILISATION DES RACES PROLIFIQUES

mais aussi de nombreuses communications sur les derniers développements dans les autres secteurs de la recherche.

Programme et conditions d'inscription sur demande :

I.T.O.V.I.C., 149, rue de Bercy, 75579 PARIS CEDEX 12

ETUDE DES TRAITEMENTS PERMETTANT D'AMELIORER LA VALEUR ALIMENTAIRE DES FOURRAGES "PAUVRES" (PAILLES)

par

J.P. JOUANY

Station de Recherches sur l'Elevage des Ruminants

INTRODUCTION

Les pailles ont une valeur alimentaire très faible et n'ont été utilisées, jusque-là, qu'en petites quantités dans les rations des ruminants. Leur structure physique permet d'améliorer l'utilisation digestive de certaines rations riches en concentré. Si elles évitent certains troubles liés à la présence d'aliments trop riches en énergie, elles ne peuvent pas, par contre, constituer la base d'une ration alimentaire pendant une période de longue durée. Or, chaque année, des quantités importantes de pailles sont brûlées dans les champs ou sont utilisées comme litière dans les étables. Si l'on veut utiliser ces pailles comme source d'énergie pour le ruminant, il sera nécessaire d'améliorer notablement leur valeur alimentaire. D'un point de vue strictement nutritionnel, les pailles sont constituées de trois fractions :

1) Une partie normalement digérée par le ruminant.
2) Une partie potentiellement digestible mais qui est rendue indigestible par la présence de lignine : polyholosides des membranes de tissus lignifiés.
3) Une partie essentiellement indigestible, représentée presque exclusivement par la lignine.

Pour être utilisés par le ruminant, les glucides membranaires qui sont très abondants dans les fourrages pauvres doivent être dégradés dans le rumen par les microorganismes. Cela suppose que les pailles soient ingérées convenablement par l'animal, qu'elles soient ensuite digérées dans le rumen et que les microorganismes aient à leur disposition tous les composants (azote, minéraux, etc...) nécessaires à leur croissance. Nous n'aborderons pas ici les aspects de la complémentation azotée ou minérale, et nous nous limiterons aux problèmes de l'ingestion et de la digestion de la fraction glucidique des fourrages pauvres.

La lignine joue un rôle de « barrière physique » à l'action des enzymes cellulolytiques du rumen en empêchant ceux-ci d'atteindre la cellulose et les hémicelluloses (BAKER et HARRIS, 1947) ; en outre, la lignine, par certaines liaisons chimiques avec la cellulose et surtout les hémicelluloses, limite également l'efficacité des microorganismes du rumen (GOERING et VAN SOEST, 1968).

Nous désignerons sous le terme général de « fourrages pauvres » les fourrages grossiers de qualité médiocre (pailles, foins de graminées récoltés tardivement...), mais également certains résidus considérés jusqu'à présent comme des déchets (les balles de céréales, les cannes, les rafles et spathes de maïs, etc...), ainsi que certains dérivés de l'industrie du bois (copeaux, pâte à papier, etc...). Nous étudierons essentiellement le comportement des pailles qui paraissent, parmi les fourrages pauvres, être ceux qui auront l'application pratique la plus immédiate.

I - LES TRAITEMENTS CHIMIQUES

1) Traitement par la soude

a) - Par « voie humide »

Des travaux importants sur l'attaque des pailles par les alcalis ont été faits au début de ce siècle en Allemagne par KELLNER, HENNEBERG et LEHMANN. Ils ont montré que la digestibilité de la paille de seigle passe de 42 p. 100 à 60 p. 100 lorsqu'elle est trempée pendant plusieurs heures dans un bain de soude à 2 p. 100, puis lavée et séchée à l'air libre. De la même façon, la digestibilité de la paille de seigle est de l'ordre de 90 p. 100 lorsqu'elle est traitée par une solution de soude concentrée puis blanchie au chlore. Sa valeur énergétique est alors voisine de celle de l'amidon.

Ces travaux anciens ont été repris après la première guerre mondiale par BECKMANN (1923) qui en a fait une synthèse précisant les conditions d'attaque par la soude selon le procédé dit « par voie humide ». A 50 kg de paille, il mélange 400 l d'une solution de NaOH à 3 p.100 en poids, en malaxant fréquemment. Après 3 heures de contact, la solution de soude est éliminée. La paille est alors abondamment lavée à l'eau froide jusqu'à ce que celle-ci ne donne qu'une faible coloration à la phénolphtaléine. La paille est ensuite pressée sous forme de briquettes, puis séchée dans des fours à 100° C.

b) - Par « voie sèche »

LAMPILA (1963) a montré qu'il était possible de réduire les quantités d'eau utilisées pour mouiller et laver les pailles. WILSON et PIGDEN (1964) ont décrit une méthode dite « sèche ». Une petite quantité d'une solution concentrée de soude (30 ml de solution pour 100 g de substrat) est pulvérisée sur la paille hachée, ce qui permet d'éviter l'opération de lavage lorsque le traitement est terminé. La paille est maintenue pendant plusieurs jours à l'air ambiant et peut être distribuée, soit directement aux animaux, soit après neutralisation par des acides minéraux (HCl, H_3PO_4, H_2SO_4 ...) ou par des acides organiques (C_2, C_3, C_4, acide lactique...). Cette méthode présente deux avantages importants sur le procédé par « voie humide » : elle évite l'emploi de grosses quantités d'eau, et la perte d'une partie importante de composés solubles tout en conservant les avantages du traitement alcalin.

La concentration optimum d'alcali nécessaire pour améliorer la valeur alimentaire des fourrages pauvres semble être voisine de 4 à 6 p. 100 (g NaOH/100 g de substrat) quel que soit le procédé utilisé (tableau).

c) - Modifications induites par NaOH sur les glucides des membranes

L'action de la soude se situe au niveau de la structure physique et de la composition chimique des membranes.

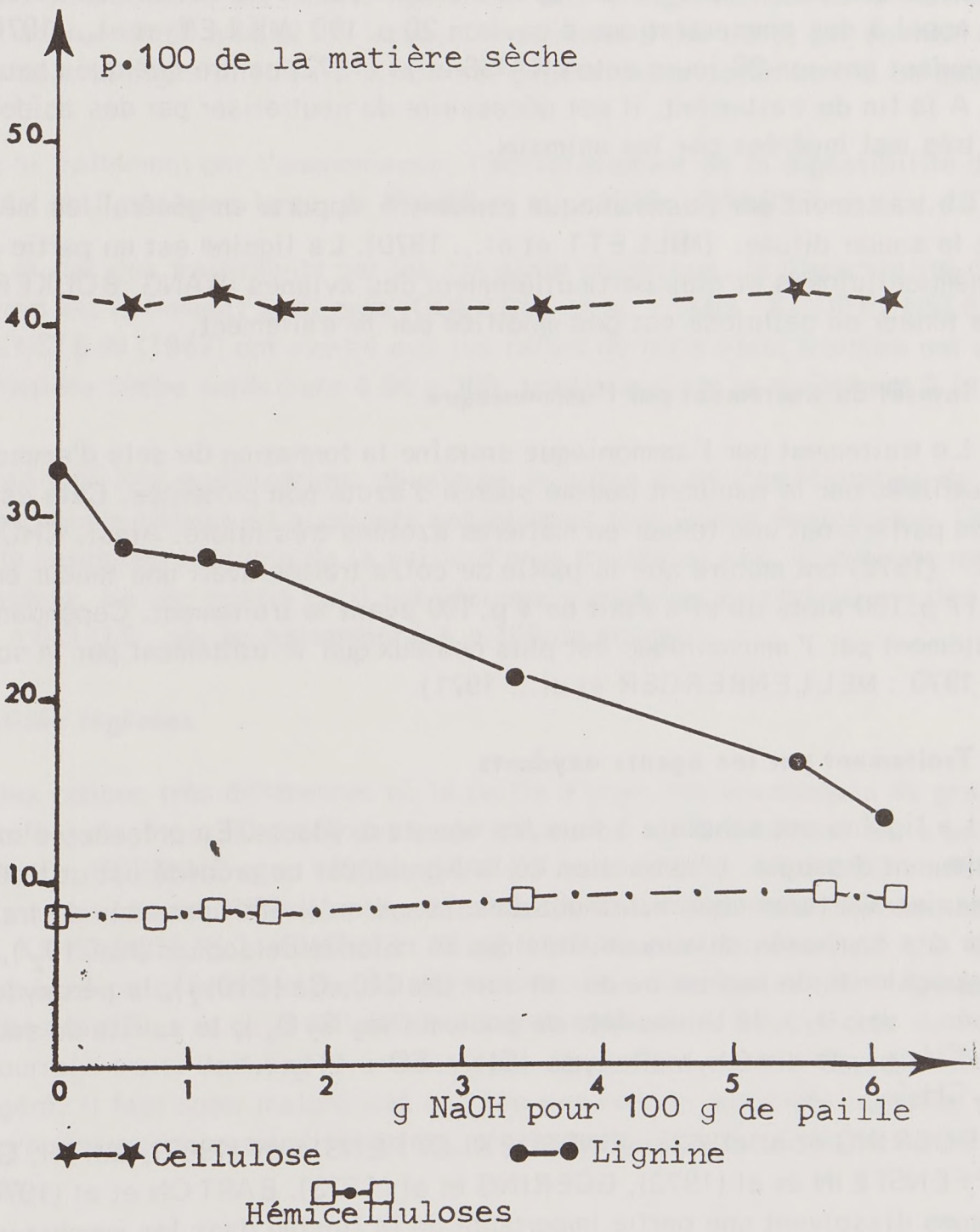
Les substrats cellulosiques gonflent dans les solutions de soude, ce qui favorise la pénétration de l'agent chimique au cours du traitement ainsi que l'action des microorganismes lors de la digestion dans le rumen. TARKOW et FEIST (1969) ont montré qu'après des lavages répétés à l'eau, la fibre ne reprend pas sa forme primitive, ce qui prouve qu'il y a eu des modifications chimiques profondes dans sa structure.

On sait, et cette propriété est utilisée au cours de la préparation de la pâte à papier, que la soude attaque la lignine. La solution se colore en brun après le traitement, ce qui est dû à la solubilisation de certains dérivés de l'acide férulique qui est un constituant essentiel de la lignine. Parallèlement à la disparition d'une partie de la lignine, on observe une altération des hémicelluloses (figure 1). Celles-ci deviennent solubles dans l'eau et disparaissent donc, au moins en partie, lors du

FIGURE 1

EVOLUTION DES GLUCIDES MEMBRANAIRES DE LA PAILLE
D'ORGE TRAITEE PAR LA SOUDE

(KRISTENSEN, THOMSEN et REXEN, 1974)



traitement par « voie humide » (SULLIVAN et al.,. 1960 ; GAILLARD, 1962 ; VAN SOEST, 1964 ; GUGGLOZ, KOHLER et KLOPFENSTEIN, 1971). Par contre, le procédé par « voie sèche » conservera les hémicelluloses solubles qui seront ensuite très facilement dégradées dans le rumen. La teneur en cellulose semble être peu modifiée par le traitement, tandis que sa structure cristalline est en partie détruite, ce qui favorise sa digestion dans le rumen (BAKER et al.,. 1959 ; GUGGOLZ, KOHLER et KLOPFENSTEIN, 1971).

2) **Traitement par l'ammoniaque**

Le traitement par l'ammoniaque est généralement moins efficace que le traitement par la soude dans le processus de l'amélioration de la valeur énergétique des pailles. Il est nécessaire, pour modifier notablement la digestibilité des membranes cellulosiques, d'utiliser des concentrations importantes ou de maintenir le contact plus longtemps (TARKOW et FEIST, 1969). Le processus de traitement par l'ammoniaque serait donc voisin de la méthode par « voie sèche » du traitement par la soude, puisqu'il fait appel à des concentrations d'environ 20 p. 100 (MILLET et al.,. 1970). Mais ici, le contact se poursuit pendant environ 30 jours selon WAISS et al (1972) contre quelques heures pour le traitement par la soude. A la fin du traitement, il est nécessaire de neutraliser par des acides, sinon les pailles traitées sont très mal ingérées par les animaux.

Le traitement par l'ammoniaque concentré apporte en général les mêmes résultats que ceux observésavec la soude diluée (MILLETT et al.,. 1970). La lignine est en partie dégradée ainsi qu'une fraction des hémicelluloses et plus particulièrement des xylanes (WANG, BOLKER et PURVES, 1964). Par contre, la teneur en cellulose est peu modifiée par le traitement.

* **Intérêt du traitement par l'ammoniaque :**

Le traitement par l'ammoniaque entraîne la formation de sels d'ammonium et d'amides qui peuvent être utilisés par le ruminant comme source d'azote non protéique. Cela est d'autant plus important que les pailles ont une teneur en matières azotées très faible. Ainsi, CHOMYSZYN, ZAK et KOWALCZYK (1972) ont montré que la paille de colza traitée avait une teneur en matières azotées supérieure à 17 p.100 alors qu'elle était de 4 p.100 avant le traitement. Cependant, sur le plan économique, le traitement par l'ammoniaque est plus coûteux que le traitement par la soude (SMITH, GOERING et GORDON, 1970 ; MELLENBERGER et al.,. 1971).

3) **Traitement par les agents oxydants**

La lignine est sensible à tous les agents oxydants. En présence d'oxydants forts, elle peut être totalement dissoute. L'extraction de la lignine par ce procédé est utilisée lors du blanchissement de la pâte à papier. Certains chercheurs ont donc pensé qu'il était possible de traiter les fourrages et les pailles par des composés chimiques, tels que le chlorite de sodium ($NaClO_2$), le péroxyde de sodium (Na_2O_2), l'hypochlorite de sodium ou de calcium (NaClO, $Ca(ClO)_2$), le péroxyde d'acétyle (CH_3CO_3H), l'eau oxygénée (H_2O_2), le thiosulfate de sodium ($Na_2S_2O_3$), le sulfite de sodium (Na_2SO_3), le dioxane ($O\langle CH_2-CH_2\rangle O\langle CH_2-CH_2\rangle$), le diméthylsulfoxyde ($CH_3 - SO - CH_3$).

GOERING et al (1963), JONES et KLOPFENSTEIN (1967), SMITH, GOERING et GORDON (1970), KLOPFENSTEIN et al (1972), GOERING et al (1973), BARTON et al (1974) ont montré que ces agents chimiques dissolvent une partie importante de la lignine dans les membranes végétales et donc améliorent la valeur énergétique des fourrages traités. Mais ces procédés sont coûteux et nécessitent la manipulation de produits dangereux dont il est difficile de se débarasser sans risques de pollutions.

4) Amélioration de la valeur énergétique des fourrages ou des pailles traités chimiquement

Nous n'avons pas, à notre connaissance, de données concernant la valeur énergétique des fourrages pauvres mesurées directement en chambre respiratoire. Par contre, certains auteurs ont pu apprécier l'amélioration de la valeur énergétique apportée par le traitement chimique, d'une part en étudiant la composition chimique des pailles d'autre part en mesurant leur digestibilité. A partir de cette dernière valeur, il est possible de définir la valeur alimentaire du fourrage traité ou non, en mesurant les quantités ingérées par les animaux.

* **Digestibilité** (tableau)

Selon MAENG, MOWAT et BILANSKI (1971), la paille d'orge traitée par la soude complémentée ou non par de l'ensilage de luzerne a une digestibilité «*in vivo* » supérieure à celle de l'ensilage seul. Les chercheurs scandinaves ont montré également que la digestibilité de la matière organique de la paille d'orge est accrue de 60 à 65 p.100 lorsque le substrat a été traité par environ 6 p.100 de soude (figure 2). Dans ce cas, la digestibilité «*in vitro* » est généralement supérieure à ce que l'on observe «*in vivo* ».

Avec le traitement par l'ammoniaque, l'accroissement de la digestibilité des pailles est moins important qu'il ne l'est avec la soude (WAISS et al.,. 1972 ; GARRET et al.,. 1974).

Dans le cas des traitements par les oxydants chimiques, la digestibilité de tous les constituants membranaires est nettement améliorée (GOERING et al.,. 1963 ; KLOPFENSTEIN et al.,. 1972). JONES et KLOPFENSTEIN (1967) ont montré que les rafles de maïs ainsi traitées ont une digestibilité «*in vitro* » de leur matière sèche supérieure à 66 p.100, tandis que par le traitement à la soude, elle est de 54 p.100.

Compte tenu des modifications chimiques induites et de l'amélioration de la digestibilité, le traitement par les agents chimiques augmente notablement leur valeur énergétique. Des auteurs scandinaves ont calculé la valeur énergétique de la paille d'orge traitée ou non, à partir de mesures effectuées sur des vaches laitières. Ils ont montré qu'il est désormais possible de «fabriquer» des pailles à 0,6 U.F. à partir de pailles à 0,3 U.F. par un traitement à 5 p.100 de soude.

* **Quantités ingérées**

Sur des rations très différentes où la paille d'orge, les enveloppes de graines de coton, le chaûme de sorgho représentent 50 p.100 des constituants ou sur des rations où la paille de riz est distribuée «*ad libitum* », GOERING et al (1963), GARRET et al (1974), SHERROD et SUMMERS (1974) ont montré qu'il n'y avait pas de différence significative dans les quantités ingérées entre les fourrages traités ou non. KRISTENSEN, THOMSEN et REXEN (1974) ont même indiqué que la paille d'orge traitée par de la soude et complémentée par du tourteau de soja était moins bien ingérée après le traitement par des vaches laitières et qu'il fallait alors les conditionner. Dans le cas du traitement par l'ammoniaque, le fourrage traité doit être neurtralisé par des acides avant d'être distribué aux animaux, sinon il est mal ingéré. Il faut noter malgré tout que les mesures de quantités ingérées par les animaux font apparaître de grandes variations individuelles, c'est pourquoi il est difficile de prévoir l'appétibilité de tels aliments.

III - LES TRAITEMENTS PHYSIQUES

1) Les traitements mécaniques

Les principaux traitements mécaniques sont de deux ordres :

- Réduction de la taille des particules,
- Aggrégation des particules.

TABLEAU

INFLUENCE DE LA CONCENTRATION EN NaOH SUR LA

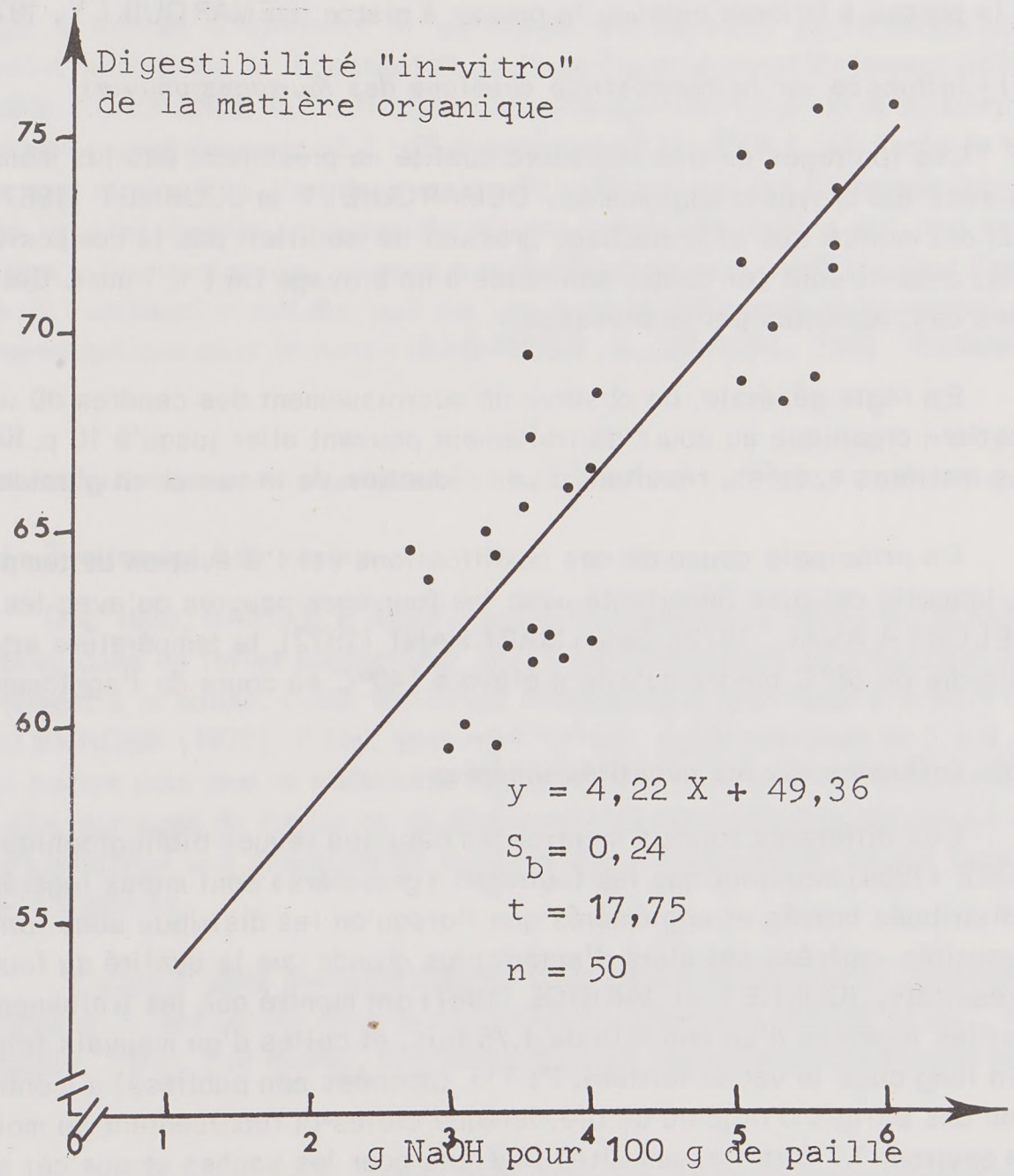
DIGESTIBILITE DES SUBSTRATS ETUDIES

METHODE UTILISEE	Concentration (g/ 100 g substrat)	SUBSTRAT	RESULTATS	AUTEURS
NaOH « voie humide »	4,6	Paille	NaOH dissout une partie de la lignine, et augmente la digestibilité de la paille	BECKMANN (1923)
"	4 - 6 et 8	Bagasse	La digestibilité « in-vitro » de la cellulose n'est pas améliorée au-delà de la concentration de 4.p.100.	STONE E.J. GIROUARD R.E. FRYE J.E. (1965)
"	2	Bagasse	Une ration composée de 40 p.100 de bagasse traitée a permis à 60 vaches laitières d'assurer une production normale de lait pendant les 30 premiers jours de lactation	RANDEL et al (1972)
+ Neutralisation	2	Paille	La digestibilité « in-vivo » de la paille a été améliorée par le traitement, mais les quantités ingérées ont légèrement diminué.	SHCHERBAKOV et PETRUSHA (1972)
NaOH « voie sèche »	de 0 à 15	Paille de blé	La digestibilité « in-vitro » de la matière sèche de la paille traitée n'augmente pas au-delà de la concentration de 9 g pour 100 g de substrat.	WILSON et PIGDEN (1964)
"	4	Tiges de luzerne	La digestibilité « in-vitro » de la matière sèche est améliorée par le traitement (56,5 p.100 contre 49,7 p.100)	JONES et KLOPFENSTEIN (1967)
"	de 0 à 12	Tiges de luzerne, paille d'orge et cannes de maïs	La digestibilité « in-vitro » de la matière sèche est accrue par le traitement. Cela se traduit par une plus grande solubilité du fourrage traité ainsi que par une diminution des constituants membranaires. Au-delà de la concentration de 8 p.100, on n'observe pas de modifications de la digestibilité	OLOLADE MOWAT et WINCH (1970)
"	3	Fèces de vaches recevant du foin de luzerne	Pas de différence entre NaOH et $Ca(OH)_2$ La digestibilité des membranes dans les fèces est améliorée par le traitement (43 p.100 contre 19 p.100). La valeur alimentaire de la paille traitée est améliorée jusqu'à la concentration de 3,3 p.100 de NaOH.	SMITH GOERING et GORDON (1970)
"	de 0 à 10	Paille de blé	A 10 p.100 les auteurs observent même un effet négatif et ne trouvent pas de différence entre la paille traitée ou no	SINGH et JACKSON (1971)
"	de 0 à 5	Tiges de luzerne cannes de maïs, rafles de maïs.	L'augmentation de la digestibilité « in-vivo » et « in-vitro » est la plus importante lorsque les substrats sont traités par la soude à raison de 3 à 5 p.100	KLOPFENSTEIN et al (1972)
"	3	Fèces de vaches recevant de la fétuque ou luzerne	La digestibilité « in-vitro » de la matière sèche des fèces « fétuque » et « luzerne » est de 34 et 26 p.100 avant le traitement puis de 91 et 72 p.100 après le traitement	GOERING et al (1973)
"	5	Paille d'orge	La digestibilité de la matière organique « in-vitro » atteint 75 p.100 et la digestibilité « in-vivo » 67 p.100 après le traitement	KRISTENSEN THOMSEN et REXEN (1974)

FIGURE II

RELATION ENTRE LA FORCE DU TRAITEMENT ET LA DIGESTIBILITE
« IN VITRO » DE LA MATIERE ORGANIQUE DE LA PAILLE

(KRISTENSEN, THOMSEN et REXEN, 1974)



La réduction de la taille des particules des fourrages pourra être faite à différents degrés. Un simple hachage donnera des brins d'environ 10 cm de longueur, tandis qu'à l'opposé, le broyage pourra conduire à la formation de brindilles ayant 0,8 cm de long. En-dessous de cette dernière valeur, on risque de provoquer des troubles digestifs graves chez l'animal qui les reçoit. Entre les deux valeurs extrêmes, toutes les finesses de broyage seront possibles.

L'aggrégation des particules pourra être faite suivant 3 méthodes :

- directement dans une presse à filières (fourrage compacté ou « cobs »)
- directement dans une presse à piston (fourrage comprimé ou « wafers »)
- après broyage dans une presse à filières (fourrage condensé ou « pellets »)

Le pressage seul provoque toujours une réduction de la taille des particules qui est plus importante avec la presse à filières qu'avec la presse à piston (DEMARQUILLY, 1972).

a) - Influence sur la composition chimique des fourrages pauvres

Les fourrages de très mauvaise qualité ne présentent pas les mêmes caractéristiques chimiques après avoir été broyés et agglomérés. DEMARQUILLY et JOURNET (1967), WAINMAN et BLAXTER (1972) ont montré que si le hachage grossier ne modifiait pas la composition chimique des fourrages pauvres, ceux-ci sont par contre sensibles à un broyage fin (< 1 mm). Cet effet est, dans la majeure partie des cas, accentué par le pressage.

En règle générale, on observe un accroissement des cendres dû vraisemblablement à une perte de matière organique au cours du traitement pouvant aller jusqu'à 10 p.100, ainsi qu'à une augmentation des matières azotées, résultant d'une réduction de la teneur en glucides membranaires.

La principale cause de ces modifications est l'élévation de température au cours des traitements, laquelle est plus importante avec les fourrages pauvres qu'avec les autres aliments (MELCION et DELORT-LAVAL, 1972). Selon MARCHANT (1972), la température atteinte au cours du broyage est de l'ordre de 65° C tandis qu'elle s'élève à 140° C au cours de l'agglomération à sec.

b) - Influence sur les quantités ingérées

Les différents travaux mentionnés dans les revues bibliographiques de MINSON (1963) et de MOORE (1964) montrent que les fourrages « grossiers » sont mieux ingérés par les animaux lorsqu'ils sont distribués broyés et agglomérés que l'orsqu'on les distribue sous forme longue. L'augmentation des quantités ingérées est alors d'autant plus grande que la qualité du fourrage est mauvaise. Confirmant ces résultats, JOURNET et JARRIGE (1967) ont montré que les traitements mécaniques augmentent les quantités ingérées d'un bon foin de 1,75 fois, et celles d'un mauvais foin de 4 fois, par rapport au même foin long chez la vache laitière. PETIT (données non publiées) a montré que le broyage et l'agglomération des pailles d'orge ou de blé, lorsque celles-ci représentent au moins 75 p.100 de la ration, augmente environ 1,7 fois les quantités ingérées pour les vaches et que cet accroissement est encore plus important si la paille condensée est distribuée avec de la paille sous forme longue qui permet un fonctionnement plus physiologique du rumen. GREENHALGH et WAINMAN (1972) aboutissent aux mêmes conclusions ; de plus, ils précisent que les ovins sont plus sensibles que les bovins à ce phénomène.

c) - *Influence sur l'utilisation digestive des fourrages pauvres*

En accord avec les résultats de BALCH et CAMPLING (1962), ainsi que de MINSON (1963), DEMARQUILLY et JOURNET (1967), puis GREENHALGH et WAINMAN (1972), WAINMAN et BLAXTER (1972) ont montré que les traitements mécaniques réduisent le temps de séjour des particules dans le rumen, ce qui se traduit par un accroissement des quantités ingérées et une diminution de la digestibilité apparente. Ces mêmes auteurs ont montré que l'effet du traitement sur la digestibilité de la ration est d'autant plus faible que la qualité du fourrage est mauvaise. Dans le cas des fourrages pauvres, la diminution de la digestibilité sera donc moindre. UTLEY et al (1973) n'ont pu mettre ainsi en évidence de différence entre la digestibilité de la matière sèche, des matières azotées, de la cellulose brute d'une ration comportant 20 p.100 d'enveloppes d'arachides broyées ou non. Ce résultat peut s'expliquer par la part trop faible de fourrage pauvre dans la ration. De la même taçon, REMOND et JOURNET (données non publiées) n'ont pu mettre en évidence une différence dans la digestibilité de la matière sèche de rations comportant 30 et 50 p.100 de paille broyée à travers des grilles de différents diamètres. Lorsque la part du complément ne représente que 25 p.100 de la ration totale, PETIT (données non publiées) a montré que la digestibilité de la paille d'orge est fortement influencée par le broyage et l'agglomération. En effet, le coefficient d'utilisation digestive de la matière sèche et de la matière organique est respectivement 52,2 - 55,2 avant et 43,9 - 46,5 p.100 après le traitement. Les fourrages broyés puis agglomérés sont donc moins digestibles que les fourrages longs ou hachés correspondants, mais ils sont ingérés en quantités d'autant plus importantes que leur qualité est médiocre. Le bilan semble donc, finalement, peu propice à de tels traitements ; mais il faut également tenir compte de l'amélioration de l'utilisation métabolique des produits terminaux de la digestion par suite des modifications des fermentations dans le rumen (BERANGER et JARRIGE, 1962 ; DEMARQUILLY et JOURNET, 1967).

2) Les autres traitements physiques

a) - *Traitement à la vapeur*

Dès 1930, MANGOLD montra que la cuisson de la paille à l'autoclave améliorait sa valeur alimentaire dans de telles proportions qu'il considéra alors le traitement à la vapeur comme supérieur au traitement à la soude. Cette technique a été surtout appliquée aux bois et à ses dérivés. Selon HEANEY et BENDER (1970), il faut soumettre le bois à une pression de 7 à 8 kg/cm2 (160-170° C) pendant plusieurs heures pour que le traitement soit efficace. KLOPFENSTEIN, BARTLING et WOODS (1967) ont traité des fourrages de mauvaise qualité et ont dû atteindre des pressions de l'ordre de 28kg/cm2 pour mettre en évidence une amélioration sensible de la digestibilié, ce qui limite dores et déjà l'intérêt d'une telle méthode.

La vapeur sous pression «gonfle» les fibres et facilite la pénétration des enzymes microbiens à l'intérieur. L'action est donc essentiellement physique (BEHR et al.,. 1969; BENDER, HEANEY et BOWDEN, 1970). Par contre, la composition chimique de la fibre varie peu au cours du traitement.

Le traitement par la vapeur sous pression présente peu d'intérêt car il doit être appliqué dans des conditions de température et de pression élevées pour être efficace. Si l'on tient compte du coût actuel de l'énergie, il ne peut pas être rentable.

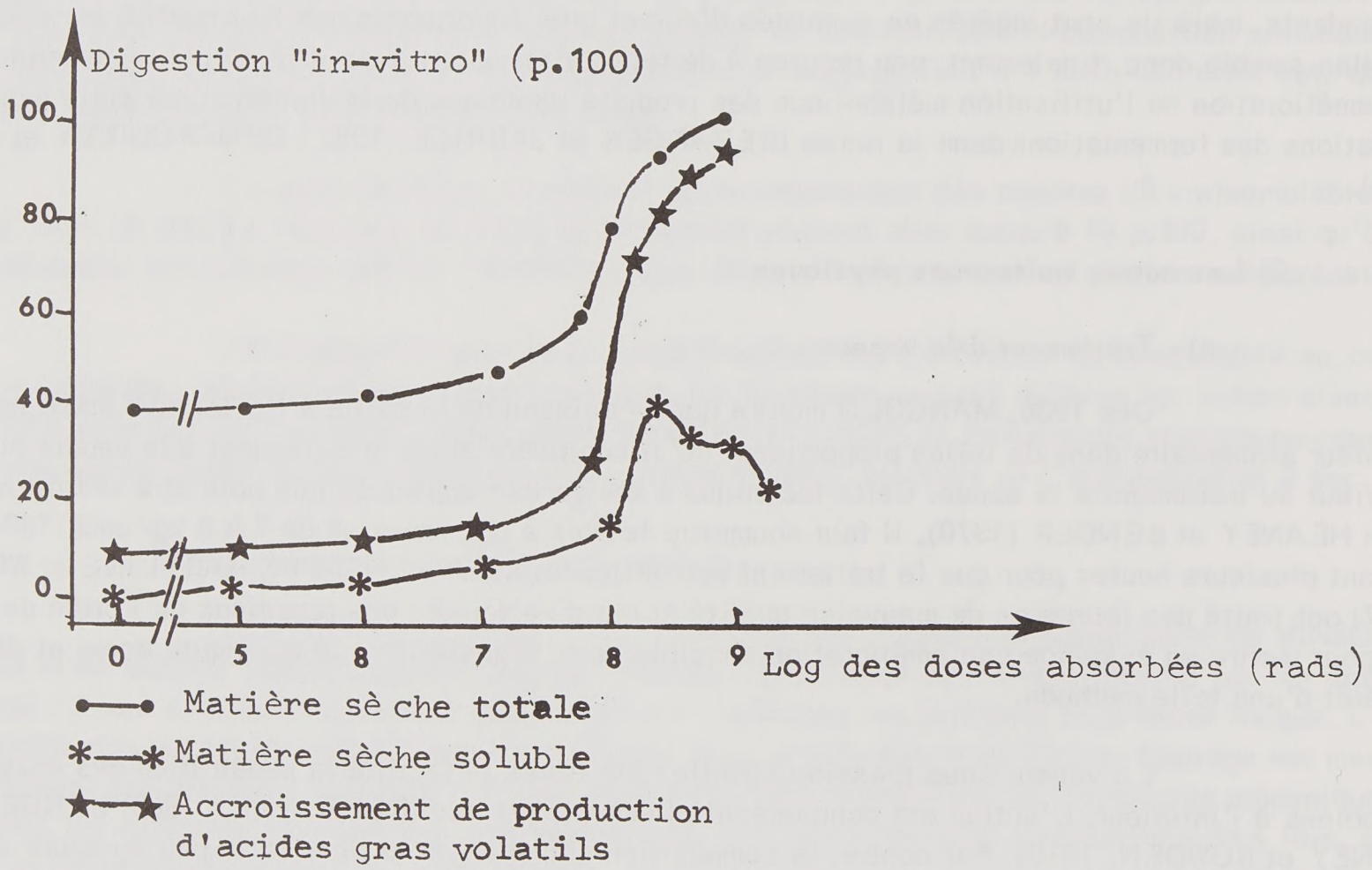
b) - *Traitement par les rayonnements ionisants*

A la suite des travaux de LAWTON et al (1951), de SMITH, MORISON et MIXER (1959) et de GARNETT et MEREWETHER (1960) sur le bois, PRITCHARD, PIGDEN et MINSON (1962)

FIGURE III

INFLUENCE DE LA DOSE ABSORBEE SUR LA DIGESTIBILITE
«IN VITRO» DE LA PAILLE DE BLE

(PRITCHARD, PIGDEN, MINSON, 1962)



ont remarqué qu'un bombardement de la paille de blé par des électrons à très grande vitesse accroissait sa digestibilité «*in vitro*» (figure 3). Les valeurs les plus élevées sont obtenues à partir de doses de 1×10^8 à $2,5 \times 10^8$ rads, ce qui correspond à des radiations élevées et donc à un traitement coûteux et peu intéressant. L'effet des radiations est double : d'une part, il rend soluble une partie de la matière sèche qui ne l'était pas, d'autre part il facilite l'attaque des microorganismes du rumen en modifiant la structure physique des fibres.

Mac MANUS et al (1972) ont fait des études «*in vivo*» sur la digestion de la paille de blé et de la paille de riz traitées ou non à différentes doses par des rayons ionisants. Ils constatent que l'effet du broyage est supérieur à l'effet des rayons, même lorsque l'intensité du traitement est élevée. Il faut donc attribuer peu de crédit à l'avenir d'un tel traitement.

III - LES TRAITEMENTS ENZYMATIQUES

La dégradation enzymatique de la lignine a fait l'objet de nombreux travaux, au cours de ces dernières années, dans les laboratoires des industries papetières (HIGUCHI, 1971). Les enzymes qui sont en cause dans le processus de délignification proviennent d'extrait de champignons (basidiomycètes). HIGUCHI (1954-1958) a montré que certaines moisissures, dites «pourritures blanches» car elles laissent un résidu constitué de cellulose presque pure, possèdent des «lignases» encore appelées «laccases» et «péroxydases» qui dégradent la lignine du bois et des fourrages.

Ces enzymes n'ont pas eu, à notre connaissance, d'applications pratiques, pour améliorer l'utilisation digestive des pailles, mais il nous paraît malgré tout intéressant d'envisager un tel emploi dans l'avenir. En effet, les «laccases» sont plus efficaces que les délignifiants chimiques et ne sont pas toxiques.

CONCLUSION

Parmi l'ensemble des traitements que nous avons passés en revue, seul le traitement chimique par les hydroxydes semble améliorer notablement la valeur alimentaire des pailles sans toutefois faire appel à un appareillage complexe et donc coûteux. La pulvérisation de l'alcali (NaOH ou NH_4OH) sur le fourrage haché peut être faite au moment de la récolte par des machines. Le fourrage traité peut alors être stocké directement sans être lavé et séché. Par contre, les traitement qui nécessitent l'utilisation de grandes quantités d'énergie (chauffage, séchage, vapeur...) semblent sans avenir. Dans ce même ordre d'idée, les traitements mécaniques (broyage et conditionnement) ne devront être envisagés qu'avec prudence. Les rayons ionisants, n'ayant un effet qu'à partir d'une certaine intensité sont dangereux et coûteux. En outre, leur application ne pourrait être envisagée que par une industrie spécialisée, ce qui augmenterait encore le coût du traitement. En revanche, nous pensons que les traitements enzymatiques mériteraient d'être mis à l'étude, bien que dans l'état actuel de nos connaissances, il soit difficile de proposer une application pratique immédiate.

* La liste des références bibliographiques correspondant à cet article peut être demandée à l'auteur.

ESSAIS D'UTILISATION DE DIFFERENTS TYPES DE MELANGES A BASE D'UREE OFFERTS EN COMPLEMENT DE RATIONS DE PAILLE A DES GENISSES D'ELEVAGE

par

A. HODEN, M. JOURNET et M. CROSSET-PERROTIN *

Laboratoire de la production laitière

avec la collaboration de H. DUBROEUCQ et B. MARQUIS

L'intérêt d'enrichir en azote, par de l'urée, les rations de fourrages pauvres pour améliorer leur valeur alimentaire est bien connu (1 et 2). Cependant le mode d'apport de ce complément aux animaux à faibles besoins conduits en lots pose encore quelques difficultés. Le mélange idéal serait, en effet, celui qui, laissé continuellement à la libre disposition des animaux en lots, permettrait d'atteindre un niveau moyen d'apport d'environ 20 g d'urée par 100 kg de poids vif (p. 100 kg P.V.). Par ailleurs, il faudrait que ce niveau d'ingestion ne soit pas trop variable à la fois entre animaux et d'un jour à l'autre et que le complément utilisé soit toujours d'un emploi facile (3). Les essais précédents (4) et (5) nous ont montré que les mélanges étudiés jusqu'ici ne remplissaient pas toutes ces conditions et qu'il était nécessaire de les améliorer ou d'en mettre au point de nouveaux. C'est dans ce but que nous avons étudié les conditions d'utilisation de différentes formes de présentation de mélanges à base d'urée et contenant des minéraux.

CONDITIONS EXPERIMENTALES

4 essais (I, II, III, IV) ont été réalisés durant les hivers 1973-74 (essais I et II) et 1974-75 (essais III et IV) avec 102 génisses d'élevage (23 de races « laitières » et 79 de races à « viande ») pour étudier différentes formes de présentation des mélanges à base d'urée. Les génisses de races « laitières » de 2 ans étaient en stabulation libre couverte et réparties en lots de 5 à 6 animaux. Les génisses de races à « viande » âgées de 1 ou 2 ans étaient à l'extérieur dans des parcs boisés et par lots d'environ 20 animaux. Les conditions d'hivernage étaient donc beaucoup plus rudes pour ces dernières avec par ailleurs des difficultés plus importantes de déplacement (terrain accidenté et non stabilisé), en particulier dans le cas de l'essai II (hiver 73-74 humide et froid). Les périodes expérimentales proprement dites ont duré selon les essais de 7 à 14 semaines.

Le premier hiver, un bloc à lécher (« WINTAWELL » de type « mou ») et un mélange liquide à base de mélasse (« RUMILIX 36 ») ont été utilisés respectivement dans les essais I et II en comparaison avec un des mélanges pulvérulents que nous avions étudiés les hivers précédents (4) et (5). Ces derniers comprenaient 25 p.100 d'urée + 25 p.100 de minéraux (apportés par 50 p.100 de « RUMIPEC » et, soit 25 p.100 de maïs-grain broyé + 25 p.100 de sel (essai I) soit 35 p.100 de maïs-grain broyé + 15 p.100 de sel (essai II). Le deuxième hiver, nous avons comparé le « RUMILIX 36 » à un complément (« RUMIXAL ») ayant sensiblement la même composition que le mélange pulvérulent de l'essai I, mais présenté sous forme condensée, en granulés de 8 mm de diamètre.

* *Ingénieur détaché auprès du C.R.Z.V. de THEIX par le Service Agronomique de la Société Commerciale des Potasses et de l'Azote.*

Tous ces compléments ont, à chaque fois que cela a été possible, été offerts continuellement en libre-service aux animaux soit dans une auge (trémie couverte dans le cas des génisses à «viande») soit dans un distributeur spécial («RUMILIX 36»). Les animaux recevaient de la paille à volonté comme seul fourrage et la quantité de céréales (2 à 2,5 kg de maïs-grain par animal) nécessaire pour leur assurer une croissance modérée (250 à 500 g/j) durant la période hivernale. Les caractéristiques des animaux et des aliments, les principales conditions expérimentales et les résultats de ces essais sont rassemblés dans le tableau 1.

RESULTATS

A) Il ressort des 4 essais réalisés les points généraux suivants :

1°) Aucune intoxication ni troubles particuliers n'ont été observés sur les 102 génisses mises en expérimentation. Il est donc possible de mettre des compléments uréiques à la disposition des animaux, tout au moins tant que le niveau moyen d'apport d'urée pour l'ensemble d'un lot ne dépasse pas 30 g p. 100 kg P.V.. Certains mélanges ont même été offerts jusqu'à 40 g d'urée p. 100 kg P.V. (essais I et III) sans noter d'ennuis sanitaires particuliers.

2°) L'ingestion d'urée est en moyenne bien répartie au cours de la journée d'après les observations que nous avons faites durant les 2 périodes de 12 h consécutives (7 h - 19 h) sur chacun des mélanges. Elles montrent en effet que dans les conditions normales d'utilisation (essais I, III et IV), les animaux effectuent un nombre plus ou moins important de passages mais consomment finalement une quantité d'urée relativement faible (environ 7 g) à chacun de ceux-ci, bien qu'au total la quantité d'urée ingérée en moyenne en 12 h puisse dépasser 30 g p.100 kg P.V., De plus ces ingestions de mélange se situent généralement juste avant ou juste après avoir consommé de la paille. Ceci est une condition favorable à la bonne utilisation de l'urée et c'est ce qui explique probablement pourquoi les risques d'intoxication sont faibles même quand la quantité quotidienne d'urée ingérée est importante.

3°) La variabilité entre animaux du nombre de passages pour venir consommer le complément uréique est importante. Le nombre de passages varie en moyenne dans la proportion de 1 à 4 selon les animaux et parfois même dans le rapport de 1 à 7. Sans que nous ayions pu le vérifier on peut cependant penser que les animaux effectuant de nombreux passages au mélange consomment à chacun de ceux-ci moins d'urée que ceux qui y passent moins souvent.

4°) La variabilité journalière des quantités ingérées des compléments est élevée. Lorsque le complément à base d'urée a pu effectivement être offert à volonté dans des conditions normales (Pulvérulent essai I, «RUMILIX» essais III et IV), le coefficient de variation journalier des quantités ingérées de ces différents mélanges a été d'environ 30 p. 100. Dans le cas où pour des raisons diverses (difficultés d'accès, dominance au niveau du lot) les animaux ne peuvent pas continuellement accéder au mélange, le coefficient de variation journalier est encore plus élevé et a été alors d'environ 50 p.100 (essai II).

5°) La quantité de paille ingérée qui était d'assez bonne qualité par ces génisses recevant par ailleurs 2,5 kg de céréales se situe en moyenne aux environs de 1,5 kg de matière sèche (M.S.) p. 100 kg P.V. Ce niveau d'ingestion augmente par ailleurs dans le temps. Ainsi dans l'essai III, la quantité de paille ingérée a augmenté régulièrement et de près de 30 p. 100 en 17 semaines soit un accroissement d'environ 100 g par semaine.

6°) Avec de la paille comme seul fourrage et le complément uréique permettant d'obtenir une ration dont la teneur en matières azotées (N × 6,25) est d'au moins 8 p.100, il est nécessaire d'apporter environ 2 kg de maïs-grain par jour et par génisse pour obtenir avec ce type d'animal en stabula-

tion libre couverte une croissance de 300 à 400 g par jour. Mais dans des conditions d'hivernage difficiles (stabulation extérieure sans abri, températures basses) telles que celles de l'essai II, jointes à un niveau azoté relativement faible (7 % N × 6,25) les animaux sont pratiquement restés à poids constant bien que recevant 2,5 kg de maïs-grain par jour.

7°) Les apports azotés avec ce type de ration (et 2 à 2,5 kg de céréales) semblent suffisants pour couvrir les besoins d'entretien et de croissance modérée (250 à 500 g/j) des génisses d'élevage lorsque le mélange à base d'urée se consomme au niveau d'environ 20 g d'urée p. 100 kg P.V. (3). L'azote apporté par l'urée représente alors environ le tiers des apports azotés totaux (N × 6,25).

8°) Les urémies, dosées en milieu de journée, varient dans le même sens que les quantités d'urée ingérées et le taux azoté des rations. Elles ne sont pas excessives et n'ont pas dépassé 25 mg par 100 ml de sang lorsque l'azote uréique a représenté environ 50 p.100 de l'azote de la ration et que la quantité d'urée ingérée a dépassé 30 g p.100 kg P.V.. Ceci reflète en partie la bonne utilisation de l'ammoniaque par les microorganismes au niveau du rumen. Les urémies sont cependant très variables selon les animaux (coefficient de variation de 40 p.100 dans certains cas).

B) Comparaison des différents compléments uréiques

Les avantages et les inconvénients des quatre formes de présentation de l'urée sont les suivants :

1°) *Forme pulvérulente* (essais I et II)

(25 % minéraux + 25 % urée + 25 à 35 % de maïs-grain + 25 à 15 % de sel)

. Les résultats de l'essai I avec le mélange à 25 % de maïs-grain + 25 % de sel utilisé sous abri confirment ceux obtenus précédemment (5). La quantité d'urée ingérée a été de 12 g p. 100 kg P.V. (contre 15 dans l'essai précédent), les variabilités entre jours et animaux ont été du même ordre de grandeur (coefficients de variation de respectivement 38 et 34 p.100 contre 34 et 43 p.100), et la quantité d'urée ingérée par passage a été en moyenne de 7,1 g (contre 7,6 g).

. En revanche dans l'essai II, le mélange pulvérulent à 35 p.100 de maïs-grain + 15% de sel utilisé à l'extérieur n'a pas donné les résultats attendus (consommation très faible et très irrégulière). Ceci tient essentiellement aux conditions climatiques très humides (hygrométrie toujours supérieure à 80 p.100, pluie et neige avec vent) qui transforment très rapidement le mélange en une pâte compte tenu de son état hygroscopique. Par ailleurs la quantité d'urée ingérée à chaque passage a été très importante (25 g). Ceci peut être relié aux difficultés d'accès (terrain non stabilisé) occasionnées par les mauvaises conditions climatiques. En effet dans ces conditions les animaux se déplacent peu souvent et ont tendance à consommer davantage lorsque le déplacement est effectué. Ce mélange, pourtant présenté dans une trémie couverte, se prête donc mal à une utilisation extérieure dans les zones à climat humide.

2°) *Bloc à lécher (essai I)*

. Le bloc « WINTAWELL » de type « mou », offert à volonté, s'est consommé en quantités très élevées (> 30 g urée % kg P.V.) et nous avons été amenés à en limiter la distribution. Ainsi, lors des 2 journées d'observation du comportement durant lesquelles les blocs ont été offerts à volonté, les animaux ont consommé 48 et 79 g d'urée p.100 kg P.V. mais nous n'avons observé aucun accident.

. Cette quantité ingérée élevée de « WINTAWELL » a entraîné un apport non négligeable d'énergie (2,2 U.F.) mais a provoqué une diminution de la quantité consommée de paille. Ainsi, par

TABLEAU I

ESSAIS DE COMPLEMENTATION DES FOURRAGES PAUVRES DISTRIBUES A DES GENISSES D'ELEVAGE

ESSAIS N°	I	II	III	IV
CONDITIONS EXPERIMENTALES				
- Dates de l'essai	7/1 au 3/4/1974	7/1 au 16/4/1974	20/11/1974 au 17/4/1975	2/12/1974 au 6/4/1975
- Caractéristiques des génisses :				
. nombre et races	12 « laitières » : FF-HO et HO×FF	34 « à viande » : CH-SL LI - AU et leurs croisements	11 « laitières » : idem essai I	45 « à viande » : idem essai II
. âge début essai - jours	704 ± 40	697 ± 30	723 ± 46	282 ± 38
. poids vif début essai - kg	431 ± 36	435 ± 39	400 ± 34	252 ± 44
. logement	Stabulation libre couverte avec aire de parcours	Parcs extérieurs boisés sans abri	idem essai I	idem essai II
- schéma expérimental et durée	Inversion - 2×4 semaines	Continu - 7 semaines	Inversion - 2×6 semaines	Continu - 14 semaines
- Régime expérimental	Paille de blé à volonté + 2 kg maïs-grain + Complément uréique	Paille d'orge à volonté + 2,5 kg maïs-grain + Complément uréique	idem essai I + 2,5 kg maïs-grain + idem essai I	idem essai II + idem essai II + idem essai II
- Caractéristiques des aliments et valeur nutritive (par kg M.S.) :	U.F. / M.A.T. (5) g / M.A.D. g	U.F. / M.A.T. (5) g / M.A.D. g	U.F. / M.A.T. (5) g / M.A.D. g	U.F. / M.A.T. (5) g / M.A.D. g
. paille	0,35 (1) / 30 / 0	0,35 (1) / 39 / 0	0,35 (1) / 20 / 0	0,35 (1) / 28 / 0
. maïs-grain + minéraux (3 %)	1,25 (2) / 110 / 85 (6)	1,25 (2) / 110 / 85 (6)	1,25 (2) / 103 / 78 (6)	1,25 (2) / 103 / 78 (6)
. Pulvérulent (25 % urée + 25 % minéraux + 15 à 25 % sel + maïs-grain broyé)	0,31 (3) / 740 / 481 (7)	0,31 (3) / 746 / 485 (7)	- / - / -	- / - / -
. bloc « WINTAWELL (80 % M.S. - 5 % urée)	0,80 (4) / 230 / 150 (7)	- / - / -	- / - / -	- / - / -
. agglomérés « RUMIXAL » (idem pulvérulent)	- / - / -	- / - / -	0,31 (3) / 707 / 460 (7)	0,31 (3) / 707 / 460 (7)
. liquide « RUMILIX 36 » (57 % M.S. - 12% urée)	- / - / -	0,58 (4) / 632 / 411 (7)	0,58 (4) / 686 / 446 (7)	0,58 (4) / 686 / 446 (7)
- Mesures				
. quantités ingérées				
- paille	Pesée quantités offertes et refusées 4 jours par semaine	Pesée 10 balles de paille toutes les 2 semaines - Comptage nombre balles distribuées tous les jours	idem essai I	idem essai II
- maïs-grain	Pesée tous les jours	Pesée tous les jours	idem essai I	idem essai II
- complément uréique	Pesée quantités offertes et refusées 5 jours par semaine	Pulvérulent : Pesée lorsque renouvellement nécessaire (3 fois par semaine environ) « RUMILIX » : Jaugeage 3 jours par semaine	idem essai I	« RUMIXAL » : Pesée quantités offertes : tous les jours : RUMILIX » Jaugeage 6 jours par semaine
. pesée des animaux (à heure fixe)	Tous les 14 jours	2 jours consécutifs en début de fin d'essai - Tous les mois durant l'essai	idem essai I	idem essai II

* Races FF : Frisonne ; HO : Holstein ; CH Charolaise ; SL : Salers , LI : Limousine ; AU : Aubrac.

RESULTATS	I		II		III		IV	
	Pulvérulent	Bloc « WINTAWELL » (limité)	Pulvérulent	liquide « RUMILIX 36 »	Agglomérés « RUMIXAL » (limité)	liquide « RUMILIX 36 »	Agglomérés « RUMIXAL » (limité)	liquide « RUMILIX 36 »
- Quantités ingérées par jour								
. paille - kg M.S.	7,7	6,5	5,7 (8)	5,3 (8)	6,8	6,7	4,3 (8)	4,3 (8)
kg M.S. % kg P.V.	1,7	1,5	1,3	1,2	1,5	1,5	1,6	1,5
. maïs-grain - kg M.S.	1,8	1,8	2,2	2,2	2,5	2,4	2,2	2,2
. complément uréique - g	210 ± 80	3600	98	468 ± 223	652	1363 ± 409	255	610 ± 189
. ration totale kg M.S. % kg P.V.	2,2	2,5	1,8	1,8	2,2	2,2	2,4	2,4
. urée - g	53	180	25	56	150	164	59	73
g % kg P.V.	11,8	40,4	5,6	13,0	33,3	36,4	21,5	26,2
- Apports énergétiques et azotés								
. énergie - U.F.	5,0	6,8	4,8	4,8	5,7	5,8	4,2	4,3
. matières azotées totales (N × 6,25) - g	569	1055	526	617	804	914	510	586
. matières azotées digestibles - g	243	585	227	297	462	534	277	327
- M.A. totales p. 100 M.S. totale	5,9	9,4	6,6	7,9	8,1	9,2	7,6	8,6
- N urée p.100 N total	27	49	13	26	54	52	33	36
- Poids vif moyen - kg	445 ± 39		438 ± 35	436 ± 39	450 ± 37		275 ± 44	279 ± 47
- Gain de poids vif - g/j	309 ± 170		60 ± 118	65 ± 115	434 ± 101		460 ± 111	498 ± 118
- Urémie - mg p.100 ml sang	11,9 ± 4,0	23,3 ± 3,7	-	-	18,8 ± 5,0	24,6 ± 10	-	-
- Comportement alimentaire (moyenne des 2 périodes de 12h consécutives d'observation)								
. paille ingérée - kg M.S.	6,4	4,3	-	-	4,7	5,0	-	-
. complément uréique ingéré - g	198	4580	245	285	545	1191	455	720
. urée ingérée - g	49	229	61	34	125	143	105	86
. nombre de passages au complément : moyenne	7,0	37,8	2,5	3,6	10,4	18,5	7,5	14,1
extrêmes entre animaux	(4 - 11)	(12 - 87)	(0 - 9)	(0 - 14)	(5 - 20)	(8 - 28)	(3 - 12)	(5 - 34)
. urée ingérée en moyenne par passage - g	7,1	6,1	25	9,5	12,1	7,7	13,8	6,1

(1) - Valeur énergétique moyenne observée dans la bibliographie avec les régimes de paille complémentée en azote (ration à 7 p.100 de N × 6,25)

(2) - M. VERMOREL, 1972. Valeur énergétique des céréales pour les ruminants. C.R. IVe Journée du « Grenier de Theix ». Editions S.E.I. n°53 - p. 87 - 100

(3) - Estimation d'après la composition du mélange -

(4) - Selon les indications fournies par le fabricant

(5) - Dosage au laboratoire par la méthode « Kjeldahl »

(6) - D'après les « tables pour l'alimentation du bétail » de Wageningen

(7) - Estimation en supposant un C.U.D. des matières azotées de 65 p.100

(8) - Estimation en supposant 15 p.100 de refus sur les quantités distribuées.

rapport aux animaux recevant le mélange pulvérulent, la consommation de paille des génisses ayant le «WINTAWELL» à leur disposition a été en moyenne inférieure de 0,41 kg par kg de bloc supplémentaire.

. le nombre de passages au bloc à lécher est en moyenne de 5 fois plus élevé qu'au mélange pulvérulent de sorte que la quantité d'urée ingérée par passage est la même. Mais la variabilité entre animaux du nombre de passages au complément est cependant beaucoup plus importante avec le «WINTAWELL» (plus du double) qu'avec le pulvérulent.

3°) *Forme agglomérée* (essais III et IV)

. L'agglomération (forme condensée de 8 mm de diamètre) du mélange pulvérulent dans le but de rémédier à l'hygroscopicité de cette forme de présentation n'a pas amélioré de façon sensible son utilisation dans les conditions humides. Les bouchons de «RUMIXAL» se sont aussi transformés très vite en une pâte que les animaux n'apprécient guère. De plus, lorsque la structure des agglomérés est préservée,ce mélange se consomme généralement en trop grande quantité et certains animaux l'ingèrent très rapidement comme de l'aliment concentré. Cela nous a amené à en limiter les quantités offertes et ce n'est que dans un des lots de l'essai III que nous avons réussi à laisser ce mélange à volonté. Pour y arriver nous avons offert, sous surveillance, ce mélange en quantités croissantes. Après environ 3 semaines, les animaux ne se sentant plus limités ont stabilisé leur ingestion à environ 700 g par jour soit 35 g d'urée p. 100 kg P.V., Le coefficient de variation journalier des quantités ingérées se situe alors aux environs de 30 p.100.

4°) *Forme liquide* (essais II, III, et IV)

. D'un point de vue pratique, le «RUMILIX 36» offert à volonté aux génisses par l'intermédiaire des distributeurs soit à roue (essais II et IV) soit à boules (essai III) nous a donné toute satisfaction. Il est en effet possible de laisser les animaux accéder librement aux distributeurs et de ne veiller qu'à leur approvisionnement. Les consommations d'urée par l'intermédiaire de ces distributeurs, lorsqu'ils sont accessibles à l'ensemble des animaux (essais III et IV), se situent cependant en moyenne à un niveau relativement élevé puisqu'elles dépassent alors 30 g d'urée % kg de P.V. avec un coefficient de variation journalier d'environ 30 p.100.

. Dans l'essai II, les consommations plus faibles sont dues d'une part au système de distribution qui n'était pas au point dans la première partie de l'essai (roue creuse au lieu d'être pleine) et d'autre part à l'emplacement du distributeur trop proche des rateliers contenant la paille. Ceci permettait en effet aux animaux dominants du lot, tout en consommant de la paille, d'interdire l'accès du distributeur aux dominés. Ce phénomène apparaît très nettement au niveau des résultats du comportement qui montrent un nombre très faible de passages par animal (3,6) avec une variabilité très importante entre animaux (extrêmes de 0 à 14). Ainsi, le distributeur devra se situer ni trop loin de l'accès à la paille (de façon à permettre aux animaux de répartir au mieux leur ingestion de fourrage et d'urée) ni trop près (pour éviter les comportements de dominance entre animaux).

. Dans l'essai III, la consommation plus élevée de mélange est probablement due au système de distribution à boules. En effet, du mélange apparaît continuellement sur le couvercle du distributeur, à proximité des boules lorsque les animaux les actionnent. Ceci ne se traduit pas par des pertes mais incite les animaux au léchage. En revanche, avec le système à roue (essai IV), le mélange reste continuellement sur celle-ci et n'est pas épanché à proximité lorsqu'elle est actionnée par les animaux.

DISCUSSION - CONCLUSION

Les mélanges expérimentés pour complémenter en azote par de l'urée les animaux à faibles besoins recevant de la paille à volonté, donnent généralement d'assez bons résultats et sont encore susceptibles d'être améliorés.

Compte tenu de la variabilité observée entre les animaux d'un même lot, il semble nécessaire d'obtenir de façon progressive, après une période d'adaptation de 3 semaines environ, un niveau moyen d'ingestion voisin de 30 g d'urée p. 100 kg P.V. pour que chaque animal en ingère au moins 20 g. Cet apport moyen, si par ailleurs la complémentation minérale et vitaminique est assurée correctement, ne devrait pas présenter d'inconvénient au niveau sanitaire, tout au moins à l'échelon de la période hivernale.

. Pour le mélange pulvérulent, la consommation d'urée est trop faible quand il contient 25 p. 100 de maïs-grain broyé et il vaudrait mieux, compte tenu de nos résultats précédents (4 - 5), en incorporer 35 p.100 (formule essai II). Ce complément présente l'avantage de pouvoir être réalisé à faible coût par l'utilisateur lui-même mais il est malheureusement très hygroscopique.

. L'agglomération du mélange pulvérulent n'a pas jusqu'ici résolu efficacement cet inconvénient. De plus, sous forme condensée, ce complément est généralement ingéré en trop grande quantité.

. Les blocs à lécher, tout au moins ceux que nous avons utilisés, doivent être améliorés technologiquement. Ils ont une structure trop pâteuse qui permet aux animaux non pas de « lécher » mais de mordre le bloc. En revanche, le niveau élevé d'ingestion de ce type de bloc devrait permettre de résoudre pratiquement le problème de la complémentation énergétique, indispensable avec ce type de régime.

. La forme liquide d'apport de l'urée semble être une des préparations les plus pratiques à utiliser, même dans les conditions climatiques difficiles. La consommation d'urée, en particulier avec le distributeur à boules employé, est un peu trop élevée et il serait peut-être possible de résoudre cet inconvénient en augmentant légèrement la proportion d'urée dans le mélange pour le rendre moins appétent.

Par ailleurs, il est encore nécessaire de vérifier l'efficacité d'utilisation de l'urée apportée par ces différents mélanges en complément des rations de fourrages pauvres (4 p.100 de N × 6,25 en moyenne). C'est dans ce but que nous réalisons actuellement sur des vaches taries fistulées du rumen différentes mesures aux niveaux digestif et sanguin comportant en particulier des bilans azotés.

Malheureusement, les différents compléments disponibles sur le marché sont à l'heure actuelle généralement d'un coût trop élevé par comparaison aux sources azotées protéiques classiques (tourteaux) qui, par ailleurs, sont riches en énergie.

REMERCIEMENTS

Nous remercions la S.C.P.A. de nous avoir fourni les compléments «RUMIPEC», «RUMIXAL» et «RUMILIX» ainsi que la C.O.F.N.A. de nous avoir procuré le bloc «WINTAWELL» utilisés dans cette étude.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) **JOURNET M., CROSSET-PERROTIN M., 1970.** Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix. I.N.R.A., 2, 33-42.

(2) **HODEN A., 1973.** Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix. I.N.R.A., 12, 7-11.

(3) **HODEN A., 1973 .** Journées d'information sur l'alimentation azotée des animaux - 21-22 novembre Paris. Edité par l'I.N.R.A., p. 123-126.

(4) **HODEN A., CROSSET-PERROTIN M., MARQUIS B., JOURNET M., 1972.** Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix. I.N.R.A. 8, 5-13.

(5) **HODEN A., JOURNET M., CROSSET-PERROTIN M., 1973.** Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix. I.N.R.A., 11, 35-40.

PATURAGE DES VEAUX FEMELLES ENTRE 6 ET 12 MOIS D'AGE, INFLUENCE DE LA COMPLEMENTATION

par

J.L. TROCCON *, C. DEMARQUILLY ** et M. JOURNET *

avec la collaboration de J.P. ANDRIEU ** et B. MARQUIS*

* Laboratoire de la production laitière

** Laboratoire des Aliments

Pour qu'il soit possible de conduire au pâturage entre 4-6 mois et 10-12 mois d'âge des veaux femelles nés en automne, il est nécessaire que l'herbe offerte soit 1°) indemne de parasites et 2°) de bonne valeur nutritive afin d'assurer un gain de poids vif moyen de 650-700 g/j, en particulier dans le cas d'un vêlage précoce.

Au cours des essais réalisés à Orcival et à Theix, nous avons voulu voir si cet objectif pouvait être atteint avec des prairies temporaires à base de ray-grass anglais (Bocage, Réveille, Perma) le plus souvent associé à du trèfle blanc ou s'il était nécessaire de complémenter les veaux avec du foin ou un aliment concentré.

CONDUITE DES VEAUX AU PATURAGE

Les veaux femelles étaient pour moitié de type Pie-Rouge (Montbéliard) ou Pie-Noire (FFPN et Holstein × FFPN) à Orcival, et exclusivement de type Pie-Noire (FFPN - Holstein et Holstein ×FFPN) à Theix. Ils ont été mis à l'herbe au mois de Juin à Orcival et de Mai à Theix à un poids moyen de 150 à 230 kg selon les années. La répartition des veaux en lots de 10 à 14 animaux a été réalisée en tenant compte du génotype, de l'âge et du poids vif.

Les compléments (foin et - ou - concentré) étaient offerts en libre service sous un abri paillé auquel les veaux avaient accès en permanence. Le foin de prairie naturelle était de qualité moyenne. L'aliment concentré (1 U.F. et 150 à 180 g MAT/kg) composé de céréales, de tourteaux et de minéraux était distribué chaque jour dans une auge commune à tous les veaux du lot à raison de 1,5 kg/veau. Par ailleurs, les veaux disposaient d'un complément minéral adapté et d'un bloc de sel à lécher. Les veaux n'ont été l'objet d'aucun traitement antiparasitaire systématique.

Le pâturage des veaux était rationné par un avancement du fil avant de la clôture électrique tous les jours ou tous les 2 jours et du fil arrière tous les 4 à 8 jours. L'avancement de la clôture électrique était tel que la proportion de refus soit identique pour les 2 lots. Le temps de repos des prairies entre 2 exploitations par les veaux a été d'environ 4 semaines entre les 1er et 2ème cycles et de 5 à 6 semaines entre les cycles suivants. Les pâturages utilisés par les veaux avaient reçu une fumure de fond hivernale et la fertilisation azotée était fractionnée au cours de l'exploitation. Les excédents de fourrage sur les surfaces réservées aux veaux ont été récoltés et les refus fauchés si nécessaire.

TABLEAU 1

UTILISATION DU PATURAGE PAR LES VEAUX FEMELLES D'ELEVAGE

ENTRE 6 ET 12 MOIS D'AGE

INFLUENCE DE LA COMPLEMENTATION

Essai	Complément (a)	Nombre d'animaux	Age (jours) au début de l'essai	Poids vif (kg) au début de l'essai	Durée de l'essai (jours)	Gain poids vif (g/j) au cours de l'essai	Surface paturée m2/veau/jour	Foin kg MS/veau/jour	Aliment concentré kg MS/veau/jour	Gain poids vif supplémentaire g/kg MS de complément
I	F + C	12	240	216	134	829 ± 93			1,37	103
	F	12	242	211		688 ± 87 ***			-	
II	F + C	12	275	231	66	827 ± 137	46,0	0,65	1,37	60
	F	12	276	229		745 ± 93 *	46,3	0,70	-	
III	F + C	10	174	153	128	811 ± 108	28,7	0,84	1,30	167
	F	10	174	151		594 ± 47 ***	31,9	0,96	-	
IV	F + C	11	168	182	98	780 ± 111	25,0	1,27	1,35	34
	F	11	168	183		734 ± 120	32,0	0,69	-	
V	C	10	228	200	127	869 ± 106	23,2		1,325	185
	-	10	228	201		624 ± 120 ***	28,2	-	-	
VI	C	14	171	156	190	775 ± 60	43,8	-	1,35	155
	-	14	169	156		566 ± 60 **	53,7	-	-	
VII	F	11	202	179	101	826 ± 77	27,6	1,03	-	145
	-	11	203	176		677 ± 110 **	28,1	-	-	
VIII	F + C	12	179	175	126	814 ± 129	13,6	1,37	1,31	92
	C	12	178	175		688 ± 53 **	15,1	-	1,31	
IX	C	14	190	188	119	835 ± 97	23,8	-	1,37	-
	F	14	190	191		505 ± 124 ***	27,2	0,74	-	

(a) F = foin C = aliment concentré • P 0,1 •• P 0,01 ••• P 0,001

Les surfaces pâturées ont été mesurées à chaque cycle. Le foin offert et refusé était pesé. Le gain de poids vif a été calculé par régression à partir des pesées réalisées toutes les 2 semaines au cours de la période de pâturage.

RESULTATS

I. - La complémentation des veaux par un aliment concentré (avec ou sans foin) permet des gains de poids vifs plus élevés et plus répétables d'une année sur l'autre que le pâturage seul ou la complémentation uniquement par du foin :

Avec le pâturage seul, les gains de poids vif des veaux ont été faibles 595 g/j (essai 5 et 6) ou satisfaisants : 677 g/j (essai 7).

La complémentation des veaux au pâturage, uniquement par du foin, peut permettre des gains de poids vif élevés : 826 g/j (essai 7) ou satisfaisants : 722 g/j (essais 1, 2, 4), mais parfois insuffisants : 550 g/j (essais 3, 9). La qualité du foin et de l'herbe offerte a peut être eu une incidence difficile à préciser sur ces gains de poids vif très variables d'un essai à l'autre.

L'aliment concentré offert comme seul complément du pâturage permet aux veaux des gains de poids vif moyens satisfaisants : 688 g/j (essai 8) à élevés : 826 g/j (essais 5, 6, 9).

La double complémentation : foin et aliment concentré permet des gains de poids vif élevés et peu variables d'une année sur l'autre (829, 827, 811, 780, 814 g/j suivant les essais) et significativement supérieurs aux autres modes de complémentation (Essais 1, 2, 3, 8) sauf dans l'essai 4.

Cependant les différences individuelles les plus faibles sont observées lorsque l'aliment concentré est utilisé comme seul complément (coefficient de variation de 10 p. 100) comparativement aux 3 autres traitements (coefficient de variation de 14 p.100). Avec la double complémentation ou avec l'aliment concentré seul, tous les veaux réalisent le gain de poids vif minimal requis pour un vêlage à 2 ans (650 g/j) et peuvent atteindre un gain de poids vif de 930 g/j. En revanche, avec le pâturage seul ou complémenté uniquement par du foin, la proportion de veaux qui ne réalisent pas 650 g/j a varié respectivement de 45 à 93 p.100 (70 p.100 en moyenne) et de 0 à 90 p.100 (40 p.100 en moyenne) selon les années.

II. - Mais, l'efficacité de l'aliment concentré est faible :

La distribution de 1,5 kg d'aliment concentré par veau et par jour a permis d'accroître le gain de poids vif moyen de 151 g/j (46 à 245 g/j selon les essais). Il faut donc de 0,60 kg à 3 kg d'aliment concentré (0,85 kg en moyenne) pour accroître le gain de poids vif de 100 g/j. Le supplément de gain de poids vif apparaît d'autant plus faible que le gain de poids vif des veaux ne recevant pas d'aliment concentré est plus élevé (graphique 1). Cependant, l'apport d'aliment concentré a permis de réduire la surface pâturée jusqu'à 22 p.100 (11 p.100 en moyenne).

Le foin distribué à volonté au cours de la période de pâturage a été consommé en faible quantité (environ 1 kg/j) mais très variable d'un jour à l'autre (0,30 kg à 3 kg) (graphique 2), selon les conditions climatiques et la quantité d'herbe offerte. Il a permis d'améliorer le gain de poids vif des veaux de 126 g/j (essai 8) et de 149 g/j (essai 7). Il faut donc 700 à 1100 g de matière sèche de foin pour accroître le gain de poids vif de 100 g/j. La surface pâturée/veau/jour a été réduite de façon négligeable dans l'essai 7 et de 10 p.100 dans l'essai 8.

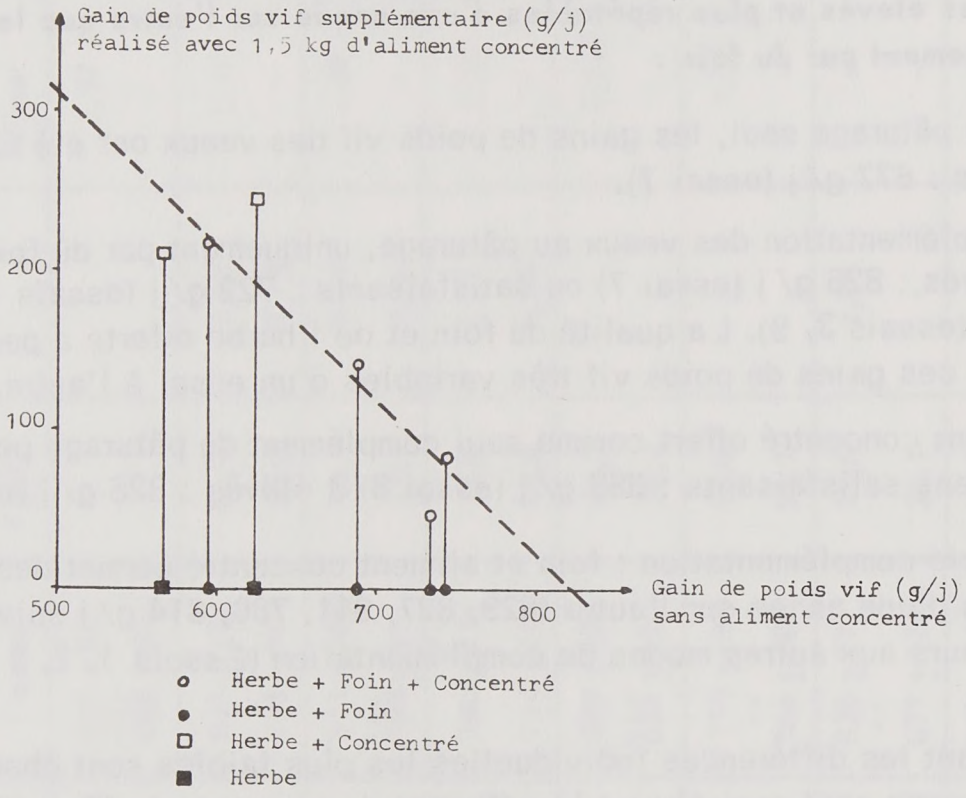
La complémentation permet en outre d'améliorer l'état sanitaire des veaux. En effet, quelques diarrhées ont été observées en fin de saison de pâturage lorsque les veaux n'étaient pas complémentés (essais 6, 7).

GRAPHIQUE 1

UTILISATION DU PATURAGE PAR LES VEAUX FEMELLES

ENTRE 6 ET 12 MOIS D'AGE

INFLUENCE DE LA COMPLEMENTATION EN ALIMENT CONCENTRE



GRAPHIQUE 2

UTILISATION DU PATURAGE PAR LES VEAUX FEMELLES

ENTRE 6 ET 12 MOIS D'AGE

EVOLUTION DE LA CONSOMMATION DU FOIN OFFERT COMME SEUL COMPLEMENT

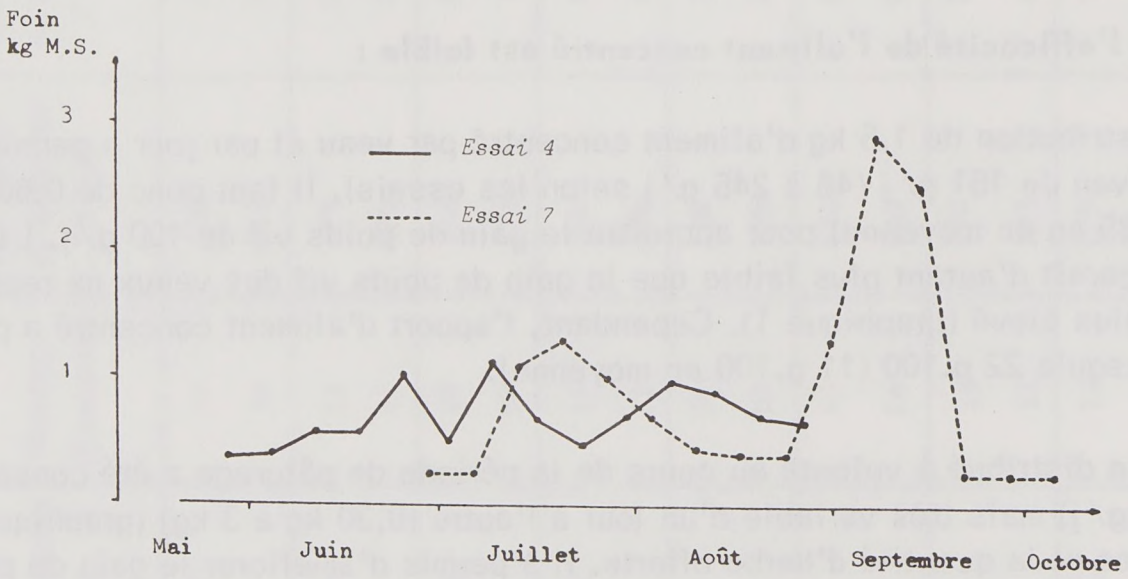


TABLEAU 2

UT'L'SAT'ON DE L'HERBE PAR LES AN'MAUX D'ELEVAGE

INFLUENCE DE LA COMPLEMENTATION

Auteur (année)	Mode d'exploitation de l'herbe	Animaux		Complément		Durée de l'essai (jours)	Gain de poids vif (g/j)	Gain de poids vif journalier suppl. g/kg MS de complément
		Type race (1)	Poids initial (kg)	Nature	Quantite (kg MS/animal/jour)			
HODGSON 1972	Paturage	Veaux ♂ HexBF	89 87 84	- orge orge	0 0,70 1,09	147	580 670 (129) 690 (51)	99
SLADE 1972	Paturage	Veaux ♂ DexBF	93	- orge Concentré 24 % MAT	0 0,82 0,82	84	745 745 (0) 817	88
			93	- orge Concentré 24 % MAT	0 1,03 1,03	84	708 683 (- 23) 822	110
TAYLER 1972	Paturage	Veaux ♂ HexBF	168	- Concentré 19 % MAT	0 1,52	101	760 1040 (184)	
FORBES 1966	Paturage	Veaux ♂ BF	169	- orge orge	0,53 1,64 5,00	147	590 730 (137) 1110 (113)	116
FORBES 1967	Affouragement	Veaux ♂ BF	134	- orge orge	0 0,82 1,71	119	725 870 (177) 1000 (146)	161

(1) He = race Hereford De = raceDevon BF = raceBritish Friesian

III. - Conclusion :

La complémentation par de l'aliment concentré avec ou sans foin des veaux au pâturage permet d'obtenir des gains de poids vif élevés de sorte que chaque veau gagne au moins 650 g/j. En absence de complémentation, ou avec du foin comme seul complément, les gains de poids vif sont plus variables et peuvent être faibles voire insuffisants pour certains animaux.

L'efficacité de l'aliment concentré est faible, ce qui est en accord avec les résultats d'autres auteurs (tableau 2), probablement en raison de la substitution entre l'aliment concentré et l'herbe lorsque l'herbe est à un très bon stade de pâturage et qu'elle est très digestible. Par suite, les veaux entre 6 et 12 mois se comportent comme des ruminants adultes (boeufs ou vaches)en ce qui concerne la régulation de l'ingestion.

Le foin a une efficacité certes inférieure à celle de l'aliment concentré, mais l'augmentation du gain de poids vif entraînée par sa distribution a été appréciable dans plusieurs essais. Les raisons de l'efficacité relativement élevée du foin distribué à volonté sous abri tiennent probablement à son effet régulateur sur l'ingestion : les veaux doivent en ingérer davantage lorsque l'herbe est de moins bonne valeur nutritive, souillée ou très aqueuse ou lorsque les conditions climatiques sont défavorables et occasionnent une réduction de la quantité d'herbe consommée. Pour ces raisons, le foin offert doit être de bonne qualité.

Bien que la complémentation des veaux au pâturage soit assez peu efficace, elle peut être nécessaire si des gains de poids vif compatibles avec un vêlage précoce à 2 ans environ sont recherchés. L'aliment concentré limité à 1 kg/veau/jour doit permettre à tous les veaux un gain de poids vif supérieur à 650 g/j. Cette complémentation pourrait vraisemblablement n'être distribuée qu'à certaines périodes : mise à l'herbe lorsque les veaux ne sont pas bien habitués au pâturage et en automne surtout s'il est pluvieux. La complémentation par le foin est sans doute plus facile d'application et elle est suffisante dans le cas d'une très bonne conduite au pâturage permettant à tous les veaux de consommer à tout moment une herbe de qualité.

COMPLEMENTATION ENERGETIQUE DES RATIONS A BASE D'ENSILAGE D'HERBE EN COURS DE LACTATION

par

J.-P. DIJLPHY et C. DEMARQUILLY
avec la collaboration de J.-P. ANDRIEU

Laboratoire des aliments

Les différents essais que nous avons effectués ces dernières années au domaine expérimental d'Orcival nous ont montré qu'il était possible de couvrir avec une ration composée uniquement d'ensilage d'herbe offert à volonté les besoins d'entretien des vaches laitières ainsi que ceux correspondant aux besoins de production de 7 kg (DULPHY et DEMARQUILLY, 1972) à 14 kg de lait (DULPHY et DEMARQUILLY, 1975) et cela avec des ensilages de fléole. Dans deux autres essais (non publiés) avec du trèfle violet et du ray-grass anglais, nous avons pu couvrir les besoins correspondant respectivement à 11 et 18 kg de lait. Il apparaît donc que les ensilages d'herbe récoltés en coupe directe peuvent couvrir une partie importante des besoins énergétiques (entretien + 12 à 15 kg de lait) des vaches laitières dans la mesure où les fourrages sont récoltés au stade optimum, hachés finement et bien conservés.

Afin de situer plus exactement le niveau de couverture des besoins des animaux par différents ensilages, nous avons entrepris durant les hivers 73-74 et 74-75 4 essais dans lesquels nous avons fait varier le niveau des apports en aliment concentré. Ces essais devaient nous permettre en outre de préciser, pour ce type de ration, les conséquences d'une légère erreur de complémentation énergétique. Nous avons utilisé principalement des fourrages à base de trèfle violet mais aussi un fourrage de ray-grass anglais.

MATERIEL ET METHODES

La nature des fourrages utilisés dans les différents essais et leurs caractéristiques en vert sont rapportées dans le tableau 1. Pour chaque essai, 2 silos ont été préparés. Dans les essais 1 et 2 les fourrages de chaque silo n'ayant pas été exactement récoltés ensemble, nous les avons distribués alternativement un jour sur deux après avoir vérifié que leurs ingestibilités étaient proches. Dans les essais 3 et 4, les fourrages de chaque silo ayant été récoltés simultanément, nous avons distribué les 2 ensilages correspondant à chaque essai, l'un après l'autre.

Les caractéristiques et le nombre des animaux utilisés sont rapportés dans le tableau 2.

Le principe de chaque essai a été le suivant. Après leur vêlage toutes les vaches d'un même essai recevaient le même ensilage, proche de l'ensilage expérimental. Un mois environ après le vêlage de la dernière vache le ou les silos expérimentaux étaient ouverts et les ensilages distribués aux vaches pendant 1 semaine. Une période préexpérimentale débutait ensuite, avec contrôle des quantités ingérées, et durait 2 à 3 semaines. A l'issue de cette période pré-expérimentale il était constitué 3 (en 1973) ou 2 lots de 8 vaches (en 1974) aussi comparables que possible à l'intérieur d'un même essai.

Dès la mise en lots effectuée nous calculions les besoins couverts par la ration de base (entretien + × kg de lait 4 %) compte tenu de la quantité de matière sèche d'ensilage ingérée en moyenne par les vaches durant la période pré-expérimentale et de la valeur énergétique de l'ensilage estimée à partir de la mesure de sa digestibilité sur des moutons. La quantité de lait théoriquement couverte (x) était respectivement de 10,5, 11,3, 14,5 et 10,5 kg de lait 4 % dans les essais 1, 2, 3 et 4. L'apport d'aliment concentré était alors calculé en 1973 pour couvrir les besoins au-dessus de :

x - 3 kg de lait pour le lot à haut niveau de concentré (H),
x pour le lot à moyen niveau de concentré (M),
x + 3 kg pour le lot à bas niveau de concentré (B).

En 1974, nous avons rajouté 1 kg à x pour tenir compte de l'augmentation de l'appétit des vaches en cours d'expérience et il n'y a pas eu de lot à moyen niveau de concentré.

La distribution de l'apport de concentré a ensuite été prédéterminée à l'avance en prévoyant une diminution normale de la production de lait de 1,5 % par semaine pour les primipares et 2 % pour les multipares par rapport à la période pré-expérimentale.

Dans les essais 1 et 3, la composition de l'aliment concentré a légèrement varié d'un lot à l'autre afin de couvrir dans tous les cas les besoins azotés des animaux. La nature de l'aliment concentré utilisé est notée dans le tableau 2.

Les vaches ont reçu en outre 100 g d'un mélange de minéraux (14-14) enrichi en oligo-éléments.

Nous avons considéré comme période de transition les 2 semaines pendant lesquelles les apports d'aliment concentré ont été modifiés pour passer du niveau préexpérimental au niveau expérimental. La période expérimentale proprement dite s'est alors déroulée (tableau 2) et a été suivie d'une période post-expérimentale de 2 à 3 semaines pendant lesquelles toutes les vaches du même essai recevaient de nouveau la même quantité d'aliment concentré.

Les résultats concernant les quantités ingérées, la production et la composition du lait ont tous été ajustés par analyse de covariance pour tenir compte des différences entre lots pendant les périodes pré et post-expérimentales.

RESULTATS

QUANTITES INGEREES (tableau 3)

* **Concentré :**

Les quantités de concentré offertes, sauf sans l'essai 3, ont été légèrement plus faibles que celles prévues, et correspondent à une différence de 5 et non de 6 kg de lait entre les niveaux haut et bas.

* **Ensilage**

Les quantités de matière sèche d'ensilage ingérées ont été en moyenne de 12,8 kg (respectivement de 11,5 ; 13,6 ; 12,8 et 13,5 kg par animal soit 2,06 ; 2,29 ; 2,22 et 2,30 p. 100 du poids vif ; 2,22 p. 100 en moyenne).

TABLEAU I

COMPOSITION ET VALEUR ALIMENTAIRE DES ENSILAGES UTILISES

	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 4
Nature du fourrage ensilé	Mélange trèfle violet fléole 1° cycle	Repousse 2e et 3e cycle de trèfle violet + fléole	Ray-grass anglais 1° cycle	Repousses 2e cycle Trèfle violet +fléole
Caractéristiques en vert				
- Teneur en matière sèche	15,5	19,7	19,0	16,9
- Matières minérales	8,6	10,7	7,9	9,9
- Matières azotées totales	16,0	17,5	15,2	18,7
- Cellulose brute	27,5	19,7	19,0	16,9
Dose d'acide formique 1/ tonne	3,13	3,60	3,65	2,85
Composition des ensilages				
- Matière sèche	22,4	24,1	22,0	22,4
. Matières minérales } % MS	6,3	9,4	7,4	9,1
. M.A.T. (N × 6,25) } % MS	15,1	18,6	15,2	18,7
. Cellulose brute } corrigée	28,5	22,9	25,2	24,7
- PH	3,74	4,10	3,79	3,83
- $N\text{-}NH_3$ % N total	5,0	7,0	6,7	3,8
- N soluble % N total	52,8	37,4	61,4	28,8
- Ac. lactique } g/kg MS	60,2	54,9	84,8	46,6
- Ac. acétique } g/kg MS	12,8	16,6	19,8	10,2
- Ac. butyrique } g/kg MS	0,2	7,4	0,9	0,4
- Alcools } g/kg MS	11,1	8,6	11,2	6,0
Valeur alimentaire mesurée sur moutons				
- CUD Matière organique	69,1	66,3	76,3	61,4
- UF/kg MS	0,71	0,63	0,85	0,55
- MAD/kg MS	103	116	105	110
- Ingestibilité (g de MS/kg $P^{0,75}$)	48,9	55,6	56,8	65,7

TABLEAU 2

CONDITIONS EXPERIMENTALES

	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 4
Animaux Total	8 × 3	8 × 3	8 × 2	8 × 4
Race Frisonne	8	11	6	5
Race Montbéliarde	12	11	7	5
Race Croisé MO × HF	4	2	3	6
N° lactation 1	4 × 3	0	2 × 2	2 × 2
N° lactation Autres	4 × 3	8 × 3	6 × 2	6 × 2
Stade moyen de lactation (jours) au début de la période pré-expérimentale (même niveau de concentré)	40	48	30	34
Durée (semaines)				
- totale de l'essai	13	12	17	17
- période expérimentale seule	7	6	10	10
Aliment concentré distribué	Maïs grain + concentré équilibré (25 % orge) (19 % blé) (30 % maïs) (13 % T. arachide) (10 % T. colza) (3 % Minéraux)	Maïs grain	Tourteau de soja + Concentré équilibré id° essai 1	Maïs grain

Lorsque les quantités d'aliment concentré ingérées ont varié de 1 kg en matière sèche, les quantités de matière sèche d'ensilage ingérées ont varié en sens inverse de 0,63 kg (respectivement 0,51 ; 0,77 ; 0,45 et 0,71). Les quantités d'ensilage ingérées n'ont été significativement différentes entre les lots à Haut et Bas niveau de concentré que dans les essais 1 et 4.

PRODUCTION LAITIERE

* **Lait brut**

Les productions laitières brutes ont été en moyenne de 20,0 kg de lait pour les lots à haut niveau d'apport d'aliment concentré contre 19,5 pour ceux à bas niveau. Cette différence est faible. Elle n'est significative que dans les essais 1 et 2 (écart maximum de 1 kg de lait par jour).

* **Lait à 4 p.100 de matière grasse :**

Les productions de lait à 4 p.100 de matière grasse ont été respectivement en moyenne de 18,9 et 18,3 kg pour les lots à haut et bas niveau d'aliment concentré. La différence est faible et n'est significative que dans l'essai 1.

Lorsque les quantités d'aliment concentré ingérées ont varié de 1 kg en matière sèche soit 1,18 U.F., les quantités de lait produites ont varié dans le même sens de 0,35 kg de lait à 4 p.100 en moyenne (respectivement 0,54 ; 0,46 ; 0,15 et 0,27). L'apport supplémentaire d'une unité fourragère sous forme d'aliment concentré s'est donc traduite par une très faible augmentation (0,29 kg de lait à 4 p.100) de la production laitière.

La différence entre les lots à haut et bas niveau de concentré est d'ailleurs apparue dès le réajustement de l'apport d'aliment concentré puisqu'à la fin de ce réajustement les écarts entre lots étaient déjà en moyenne de 0,65 kg.

* **Persistance :**

Si nous calculons la persistance du lait brut durant la période expérimentale, nous ne trouvons pas de différence entre niveaux de concentré, ce qui est normal puisque dès le début de la période expérimentale l'écart de production de lait selon les niveaux était en place et les courbes de production laitière étaient ensuite parallèles.

Par contre, si nous calculons la persistance à partir de la période préexpérimentale nous trouvons un léger écart en faveur du lot à haut niveau de concentré (92,3 contre 91,0). Dans aucun essai l'écart n'est cependant significatif et les persistances sont très bonnes même pour le niveau « bas » en concentré.

COMPOSITION DU LAIT

* **Taux butyreux :**

Les taux butyreux ont été respectivement en moyenne de 35,6 p. 1000 pour les vaches à haut niveau de concentré et 35,4 pour celles à bas niveau. L'écart entre lots n'a été significatif dans aucun essai.

* **Taux azoté :**

Les taux azotés ont été respectivement en moyenne de 30,4 g p.1000 pour les vaches à haut niveau de concentré et 29,6 pour celles à bas niveau. Seul l'écart pour l'essai 3 a été significatif.

VARIATION DE POIDS DES ANIMAUX

Pour calculer les variations de poids vif au cours de la période expérimentale, nous avons corrigé les différences de poids observées entre le début et la fin de la période pour tenir compte de l'augmentation des quantités ingérées durant la période expérimentale, augmentation qui a été plus importante en moyenne pour les lots «bas» niveau. On a supposé qu'une augmentation de 1 kg de matière sèche ingérée entre les 2 pesées entraînait une augmentation de poids vif de 4,5 kg (PITON, 1975). Les vaches ayant reçu le haut niveau de concentré ont eu un gain de poids journalier de 197 g/ jour contre 34 g pour celles ayant reçu le bas niveau. L'écart par kg de concentré distribué en plus a été en moyenne de 136 g/ jour (respectivement 120, 275, 50, 138).

EFFICACITE DES RATIONS, COUVERTURE DES BESOINS

En prenant comme besoins énergétiques nets des vaches $(1{,}5 + \frac{\text{Poids vif (kg)}}{200})$ U.F. pour l'entretien, 0,4 U.F. par kg de lait 4 % et ± 4 U.F. pour une variation en plus ou en moins d'un kg de poids vif, nous avons calculé la valeur énergétique nette «réelle» des ensilages à partir des performances réalisées par les vaches (tableau 4).

Dans les essais 1, 3 et 4 les valeurs énergétiques «réelles» calculées pour le niveau «haut» d'aliment concentré sont légèrement inférieures, respectivement de 0,04; 0,05 et 0,02 U.F./ kg à celles calculées pour le niveau «bas». Ces différences peuvent résulter d'une moins bonne utilisation de l'énergie apportée par l'ensilage en présence d'un apport plus élevé d'aliment concentré (phénomène de digestibilité associative négative) mais aussi des difficultés a apprécier correctement les variations de poids vif des vaches. A l'inverse dans l'essai 2, la valeur calculée pour le niveau «bas» (0,62) est inférieure à celle (0,68) du niveau «haut». Il est vraisemblable que dans cet essai nous avons surestimé les pertes de poids des vaches du niveau «bas». La variation de poids vif réellement enregistrée pour ces vaches a été de + 40 g/ jour alors que la variation de poids corrigée pour l'augmentation des quantités ingérées au cours de l'essai et qui est celle que nous avons retenue pour les calculs est de - 162 g/ jour.

Compte tenu de l'incertitude sur les variations de poids vif réelles il semble préférable de faire abstraction des différences dans les valeurs énergétiques calculées, observées suivant les niveaux d'apport d'aliment concentré et liées à d'éventuels phénomènes de digestibilité associative et de prendre comme valeur énergétique «réelle» la moyenne des 2 ou 3 valeurs calculées par essai. A partir de cette valeur et des quantités d'ensilage ingérées, il est possible de calculer les quantités de lait réellement couvertes par les ensilages suivant les essais. Elles sont respectivement de 11,0, 12,0, 15,7 et 11,0 dans les essais 1, 2, 3 et 4 pour les niveaux «bas» et plus faibles d'environ 1,7 kg de lait pour les niveaux élevés par suite d'une quantité d'ensilage ingérée un peu moins élevée.

Les valeurs énergétiques «réelles» moyennes sont d'ailleurs assez voisines de celles estimées à partir des mesures de digestibilité sur les moutons dans les essais 1, 2 et 3, soit respectivement 0,71 contre 0,71 ; 0,65 contre 0,63 et 0,80 contre 0,85 mais non dans l'essai 4 (0,63 contre 0,55). Dans cet essai, compte tenu de l'hétérogénéité des repousses de trèfle utilisés, l'ensilage distribué aux moutons durant la semaine de mesure de la digestibilité n'a pas dû être représentatif de celui ingéré en moyenne par les vaches durant la totalité de l'essai.

Il n'est pas possible de faire le même calcul pour les matières azotées digestibles (MAD) puisque les vaches ont théoriquement reçu à partir de l'ensilage de l'azote en excès, à savoir respectivement en moyenne 63, 76, 72 et 70 g de M.A.D. par kg de lait dans les essais 1, 2, 3 et 4 (tableau 4, colonne 2). En supposant que les besoins de production étaient seulement de 60 g de MAD par kg de lait et par 100 kg de poids vif, nous pouvons calculer que les ensilages permettraient de couvrir en

TABLEAU 3

QUANTITES INGEREES ET PERFORMANCES DES VACHES LAITIERES

	Essai 1			Essai 2			Essai 3		Essai 4	
Niveau en aliment concentré	Haut	Moyen	Bas	Haut	Moyen	Bas	Haut	Bas	Haut	Bas
Apport de concentré au-dessus de × kg de lait										
. Energie { Adultes	8,5	10,5	13,5	8,8	11,3	14,0	11,5	17,5	8	13
. Energie { Génisses	4	6	9	-	-	-	7	13	2,5	7,5
. Azote { Adultes	14	15	16,3	14,3	15,3	16,3	11,5	15,5	14,5	16,5
. Azote { Génisses	9,5	10,3	11,5	-	-	-	7	11	9,5	11,5
Quantités ingérées/ animal										
- MS . Ensilage	11,29 a	11,15 a	12,14 b	13,04	13,35	14,27	12,31	13,21	12,99 a	14,04 b
- MS . Concentré	3,57	2,78	1,91	3,20	2,49	1,68	3,19	1,17	3,66	2,14
- MS % kg poids vif . Ensilage	1,99	2,00	2,18	2,22	2,23	2,41	2,12	2,33	2,20	2,39
- MS % kg poids vif . Concentré	0,63	0,50	0,34	0,55	0,42	0,28	0,55	0,21	0,62	0,37
- MS % kg poids vif . Total	2,62	2,50	2,52	2,77	2,65	2,69	2,67	2,54	2,82	2,76
Production laitière (kg)										
- Lait brut	18,8 a	18,0 b	18,0 b	20,5 a	20,0 aB	19,5 B	20,3	20,4	20,2	20,2
- Lait 4 p. 100	17,7 a	17,0 b	16,8 b	18,8	18,2	18,1	19,4	19,1	19,7	19,3
Résistance du lait brut %										
- Expérience	90,5	88,9	89,7	97,3	95,4	96,6	89,5	89,3	94,9	94,3
- Totale	91,9	89,4	89,8	94,5 a	92,8 ab	90,5 b	88,9	89,1	94,1	94,5
Chute de la PL en 24 jours lors de l'ajustement	1,0	1,9	1,7	2,3	2,7	3,0	1,7	2,2	1,0	1,7
Taux butyreux g/ 1000	35,5	36,0	36,1	34,5 ab	33,7 a	35,5 b	36,9	35,9	35,7	34,1
Taux azoté g/ 1000	32,1	32,3	31,5	29,7	30,0	29,4	30,8 a	29,1 b	28,9	28,5
Poids vif (kg)	566	558	557	587	599	592	581	567	591	587
Variation du poids vif (g/ jour)	+ 259	+ 134	+ 60	+ 256 a	+ 20 b	- 162 b	+ 160	+ 59	+ 112	- 93

Les résultats suivis de lettres qui ne sont pas semblables diffèrent significativement aux niveaux de 5 p.100 (miniscules) et 1 p.100 (majuscules).

TABLEAU 4

VALEUR ENERGETIQUE « REELLE » DES ENSILAGES ET COUVERTURE DES BESOINS AZOTES DES ANIMAUX

	Niveaux d'aliment concentré	Valeur énergétique «réelle» des ensilages UF/kg MS	MAD apportées par l'ensilage par kg de lait (au-dessus de l'entretien) g	Quantité de lait couverte par les MAD de la ration de base (kg)
Essai 1	H	0,69	63	13,6
	M	0,72	62	13,5
	B	0,73	64	15,1
Essai 2	H	0,68	75	19,4
	M	0,65	75	19,9
	B	0,62	77	21,6
Essai 3	H	0,78	75	15,6
	B	0,83	69	17,4
Essai 4	H	0,62	71	17,8
	B	0,64	69	19,7

moyenne les besoins de 14,1, 20,3, 16,5 et 18,7 kg de lait à 4 p.100 en plus des besoins d'entretien (tableau 4, colonne 3).

DISCUSSION

Il existe dans la bibliographie un certain nombre d'essais sur l'influence du niveau d'apport d'aliment concentré sur les quantités ingérées et sur les performances des vaches laitières recevant des ensilages d'herbe à volonté. Nous avons regroupé tous ceux dont nous avons connaissance (n = 16, références bibliographiques en annexe). Tous les auteurs donnent les quantités ingérées mais la production et la composition du lait ainsi que les variations de poids vif ne sont pas toujours indiquées et c'est pourquoi nous noterons à chaque fois le nombre d'essais ayant servi à calculer une moyenne. Dans ces essais, les quantités de concentré ingérées sont passées en moyenne de 2,1 à 5,1 kg. Dans le même temps les quantités d'ensilage ingérées (avec une petite quantité de foin quelques fois) sont passées de 9,4 à 8,0 kg. Le taux de substitution moyen correspondant a été de 0,61 kg d'ensilage/ kg de concentré supplémentaire. En ne retenant que les 13 essais dans lesquels les taux de substitution ont été inférieurs à 1, nous constatons que lorsque la quantité de matière sèche d'aliment concentré ingérée a augmenté de 1,7 à 5,0 kg, les quantités de matière sèche d'ensilage ingérée ont diminué de 9,7 à 8,5 kg soit un taux moyen de substitution de 0,31 kg ensilage/ kg concentré apporté en supplément. Cette dernière valeur est bien inférieure à celle que nous avons observée (0,63) et qui aurait d'ailleurs encore été vraisemblablement plus élevée si nous avions distribué une quantité d'aliment concentré plus élevée, équivalente à celle distribuée dans les essais étrangers. Le taux de substitution plus élevé observé dans nos essais résulte du fait que nos ensilages ont été ingérées en quantités beaucoup plus élevées (en moyenne, tous essais et niveaux confondus, 12,8 kg de matière sèche par vache et par jour). On sait en effet que le taux de substitution fourrage/ concentré est d'autant plus élevé que le fourrage a une ingestibilité élevée et que la quantité d'aliment concentré distribuée est importante. L'ingestibilité élevée de nos ensilages est due à leur date de récolte précoce (du moins pour ceux du premier cycle), à leur finesse de hachage, à la présence de trèfle, et à leur excellente qualité de conservation.

Dans les essais étrangers, la distribution supplémentaire d'un kg de matière sèche d'aliment concentré a entraîné une augmentation de la production de lait 4 % de 0,83 kg (n = 11), n'a pas modifié significativement les taux butyreux et azotés du lait et entraîné une variation de poids vif de + 145 g/ jour/ vache (n= 7).

Dans nos essais, l'influence sur la production du lait a été plus faible (0,35 kg de lait/ kg de matière sèche d'aliment concentré) vraisemblablement parce que les apports énergétiques pour le niveau «bas» étaient déjà proches des besoins réels des animaux par suite du pouvoir de substitution fourrage/ concentré élevé observé. Ceci n'était pas le cas dans les essais étrangers ce qui fait que les vaches à bas niveau de concentré ont été beaucoup plus sous-alimentées dans ces expériences. En revanche, comme dans les essais étrangers, nous observons très peu ou pas d'influence du niveau d'apport de concentré sur la composition du lait. Il est vrai que le pourcentage d'aliment concentré dans la ration n'a jamais été assez élevé (il a été au maximum de 24 %) pour influencer notablement le taux butyreux. De même, les variations d'apports énergétiques totaux n'ont pas été suffisantes, compte tenu de la substitution fourrages/ concentrés, pour influencer le taux azoté du lait. Dans l'ensemble de nos essais, l'augmentation moyenne d'apport énergétique entre les rations à bas et haut niveau n'a été que 1,19 U.F. (pour une différence de 2 U.F. d'aliment concentré distribué). Cet apport de 1,19 U.F. ingérée en plus a été apparemment réparti entre la production de lait (0,24 U.F.) et la reprise de poids des animaux (0,95 U.F), Avec des ensilages d'ingestibilité élevée pour lequel le taux de sbstitution fourrage/ concentré est important, l'effet d'une erreur de complémentation est donc faible à condition que les apports énergétiques ne soient pas très différents des besoins. Ces apports énergétiques pourront d'ailleurs être calculés sans trop de risques d'erreur à partir des quantités d'ensilage ingérées par les vaches et de la digestibilité mesurée sur des moutons.

D'un point de vue pratique, ces résultats confirment qu'il est possible avec des ensilages d'herbe de couvrir les besoins énergétiques d'entretien et ceux correspondant à une production de 10 à 15 kg de lait pour les vaches multipares. Plus exactement, nous avons couvert en moyenne 14,3 kg avec des fourrages du 1er cycle et 11,2 kg avec les repousses, ces dernières ayant été récoltées un peu tard. Nos expériences de complémentation se sont déroulées sur des périodes courtes. Il serait intéressant que des essais soient menés durant de plus longues périodes pour déceler d'éventuels effets à long terme en particulier sur la santé ou la reproduction des animaux. La couverture des besoins azotés semble assurée pour des productions encore plus élevées. Cela n'est cependant vrai que dans la mesure où l'azote des ensilages d'herbe est bien utilisé. Ce sera le thème des prochaines études entreprises à Orcival.

La liste des références bibliographiques correspondant à cet article peut être demandée aux auteurs.

INFLUENCE DE LA FERTILISATION SUR LA COMPOSITION MINERALE DES FOURRAGES ET LA SATISFACTION DES BESOINS EN MINERAUX DES RUMINANTS

par

Simone PERIGAUD

Station de Physiologie de la Nutrition (1)

La composition minérale des fourrages dépend de nombreux facteurs qui tiennent à la plante elle-même, au sol et au climat, ainsi qu'aux conditions d'exploitation.

Ainsi, on sait que les légumineuses sont beaucoup plus riches en calcium que les graminées ; les fétuques sont beaucoup moins bien pourvues en sodium que les dactyles ; les graminées s'appauvrissent en phosphore, cuivre... au cours de leur vieillissement, et le dernier cycle est meilleur que le premier... La composition du fourrage distribué dépend donc de la flore, de son stade de récolte et de la saison ainsi que de la proportion feuilles/ tiges que l'animal a à sa disposition.

En système d'exploitation relativement extensif, certains sols donnent également des fourrages moyennement plus pauvres que d'autres. La fertilisation permet de tamponner les différences mais elle a des limites vis-à-vis non seulement des rendements, mais aussi de la composition minérale de ces fourrages.

Nous allons voir dans quelles conditions et quelles limites une même fertilisation peut se traduire différemment sur cette composition ; nous en tirerons ensuite quelques conséquences d'ordre zootechnique.

I. - FERTILISATION ET COMPOSITION MINERALE DES FOURRAGES

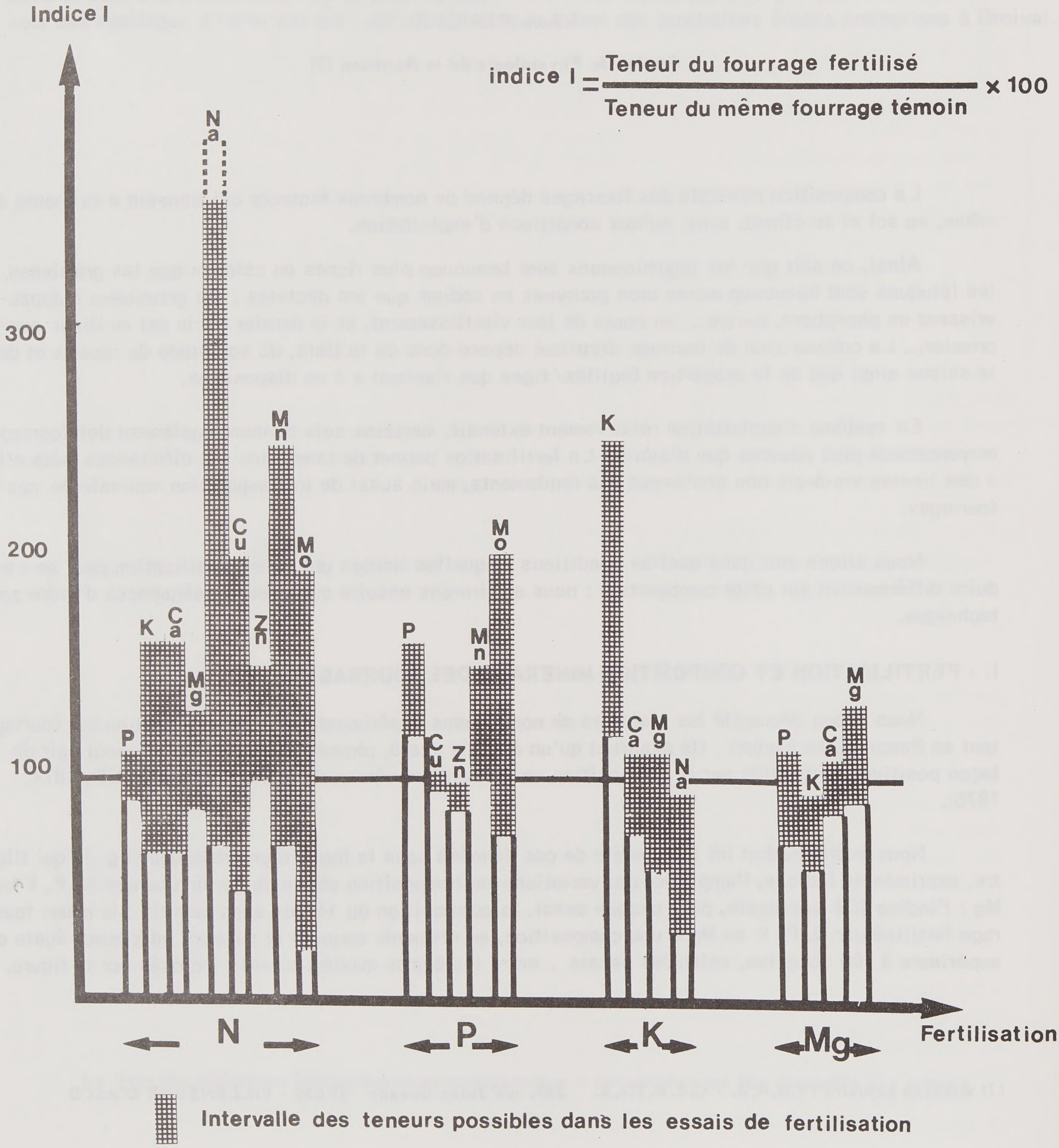
Nous avons dépouillé les résultats de nombreuses expérimentations de fertilisation sur fourrages tant en France qu'en Europe : ils montrent qu'un engrais azoté, phosphaté ou potassique peut agir de façon positive ou négative sur la composition en éléments minéraux du fourrage (PERIGAUD, 1974, 1975).

Nous avons traduit ici l'ensemble de ces données sous la forme d'un graphique (fig. 1) qui illustre, exprimée en indices, l'amplitude des variations de composition obtenues par une fumure N, P, K ou Mg : l'indice 100 représente, pour chaque essai, la composition du témoin sans engrais ; le même fourrage fertilisé par N, P, K ou Mg a une composition, en éléments majeurs et mineurs inférieure, égale ou supérieure à 100 comprise, selon les essais , entre les écarts maxima relevés indiqués sur la figure.

(1) Adresse actuelle : I.N.R.A. - C.E.R.T.I.A. 369, rue Jules Guesde 59 650 - VILLENEUVE D'ASCQ

GRAPHIQUE

EFFET DE LA FERTILISATION SUR
LA COMPOSITION MINERALE DES FOURRAGES



On voit sur ce graphique que **l'azote** peut, **au maximum**, augmenter la teneur en phosphore du fourrage de 5 % ou la diminuer de moins de 10 %. Cette amplitude est un peu plus importante pour le magnésium, nettement plus forte pour le potassium et le calcium, très marquée pour les oligoéléments et, extrêmement élevée pour le sodium (multiplié éventuellement par 4).

Les **engrais phosphatés** augmentent les teneurs en phosphore de 50 % au maximum. Ils ne jouent pratiquement pas sur les autres éléments majeurs mais interfèrent avec le manganèse et surtout le molybdène.

Les **engrais potassiques**, s'ils peuvent plus que doubler les teneurs en potassium, peuvent améliorer ou déprimer les taux de calcium, de magnésium, et diviser par 3 ou 4 ceux de sodium.

Les apports de **magnésium**, s'ils baissent le potassium, n'augmentent pas beaucoup la teneur en magnésium des fourrages.

Ainsi la fertilisation simple peut avoir des effets opposés et d'importance variable selon les lieux, les types de fourrage et le stade de récolte.

Nous n'entrerons pas ici dans le détail des mécanismes en jeu, qui se situent tant au niveau du sol que de la plante (PERIGAUD, 1974). Nous rappellerons simplement qu'à côté des phénomènes classiques d'antagonismes entre cations, ou entre anions, intervient la notion de disponibilité des éléments dans le sol par rapport aux réserves totales et aux besoins globaux de la plante : l'antagonisme K-Ca ne joue pratiquement pas en sol calcaire ; l'azote, en augmentant la capacité d'absorption de la plante vis-à-vis des minéraux, permet un certain enrichissement mais, si tel élément est insuffisant dans le milieu, la quantité absorbée totale se trouve diluée dans un rendement en matière sèche plus élevé et la teneur est finalement abaissée par rapport au témoin sans azote : ainsi les antagonismes K-Na jouent surtout en présence d'une forte fumure azotée ; de même les fourrages sont appauvris en cuivre par l'azote dans les régions où les sols sont pauvres en cuivre : l'équilibre des fumures est à respecter en toutes conditions et dépasse celui des éléments classiques N - P - K.

L'analyse de sol ne suffit pas pour prévoir avec précision les conséquences de la fertilisation en n'importe quelle condition, mais une bonne connaissance agronomique des sols, au niveau régional, et des fourrages eux-mêmes peut permettre d'apprécier le sens et l'importance probable des variations de composition induites sur les différents fourrages, par la fertilisation.

II. - CONSEQUENCES ZOOTECHNIQUES DE LA FERTILISATION

Les conséquences de la fertilisation sur l'état de santé des animaux et sur leur productivité traduisent un effet global qui intègre les modifications de valeur nutritionnelle et minérale de l'herbe et l'augmentation des quantités ingérées (DEMARQUILLY, 1974).

1°) Santé des animaux

L'expérimentation est particulièrement difficile à mener en ce domaine, mais de multiples observations et enquêtes montrent la spécificité des effets de certains engrais sur la santé des animaux (cité par PERIGAUD, 1974).

Les **engrais phosphatés** améliorent la fécondité des vaches et permettraient une meilleure résistance à l'entérite paratuberculeuse. Ils sont, par contre, sans effet démontré sur la fièvre vitulaire des vaches laitières.

Les **engrais azotés,** employés à forte dose, semblent diminuer les taux de fécondité des troupeaux laitiers (BROCHART, 1972). En sol pauvre en cuivre, des doses supérieures à 100 kg N/ha sur les pâturages multiplient les cas de mauvaise fertilité (COPPENET, 1973). En fait, les causes de stérilité sont multiples et la fertilisation azotée n'est pas le seul facteur d'intensification à incriminer (BROCHART, 1972).

Les **fortes fertilisations azotées et potassiques** ont été considérées longtemps comme à l'origine des accidents de tétanie d'herbage. En France, elles n'en augmentent la fréquence que faiblement parmi les autres facteurs responsables de la maladie (LARVOR, 1964) qui peut d'ailleurs sévir sur des pâturages non fertilisés.

2°) Nutrition minérale des animaux

Par suite de l'effet global de la fertilisation, on ne peut apprécier ses conséquences sur la seule nutrition minérale qu'en comparant les compositions minérales des fourrages aux besoins des animaux.

a) Les besoins en minéraux des ruminants

L'évaluation des besoins en minéraux des bovins fait encore l'objet de nombreux travaux : les recommandations actuelles sont approximatives, susceptibles de modulations. Quoi qu'il en soit, ces recommandations sont traduites en termes de composition de la matière sèche ingérée, faciles à comparer à des résultats d'analyse de la ration.

Pour les *éléments majeurs,* on se réfère en France aux recommandations établies par GUEGUEN (1972) complétées en fonction des normes ARC (1965) (cités par PERIGAUD, 1974; 1975).

- la teneur en **phosphore** de la ration devrait se situer pour les ovins entre 2,1 - 2,2 g/kg MS (jeunes à faible taux de croissance) et 3,8 - 4 g (jeunes en régimes intensifs et brebis en pointe de lactation). Pour les jeunes bovins, GUEGUEN demande de 3,1 g à 3,6 g (les besoins étant les plus forts vers 5-6 mois) et 3,5 à 4 g pour les laitières selon leur production entre 10 et 30 kg de lait.

- la teneur en **calcium** de la ration devrait varier de 3,5 à 8 g Ca/kg MS pour les ovins, de 4 à 7 pour les jeunes bovins, de 6 à 8,2 pour les laitières.

- les besoins en **magnésium** se situent entre 1,5 g à 2 g, en **potassium** vers 4 - 5 g, en **sodium** vers 1,5 g et en **soufre** vers 1,5 g.

Pour les *éléments mineurs,* les recommandations tiennent compte non seulement des besoins mais des seuils de toxicité (LAMAND, 1972, cité dans PERIGAUD, 1974) : il faut 10 mg de cuivre/kg MS ingérée pour les bovins contre 7 seulement pour ovins, moins de 3 mg/kg MS de molybène, 50 de manganèse, 50 de zinc etc...

b) Comparaison des besoins aux compositions des fourrages fertilisés

Les besoins en **potassium** sont toujours satisfaits puisque les fourrages en contiennent 3 à 10 fois plus que nécessaire. Des apports très élevés n'ont pas de conséquences sur la santé des animaux (BROCHART, 1971) : la fumure potassique ne peut donc jouer que par son action antagoniste sur les autres éléments Na, Mg, Ca.

Le **sodium** est très souvent insuffisant : c'est avant tout une question de plantes et, à un degré moindre, de stade. La fumure azotée en l'absence de potassium a tendance à améliorer les taux de sodium, elle peut multiplier les teneurs par 2 à 3. Par contre, les fumures potassiques ont un

effet antagoniste systématique : le taux de sodium suffisant en l'absence de potasse, peut, avec certaines flores déjà mal pourvues (fléoles, fétuques), passer en-dessous du seuil de carence pour l'animal.

Les besoins en **magnésium** sont, le plus souvent, couverts par le fourrage pour les jeunes. Mais le taux fluctue souvent autour du seuil pour les laitières. L'effet de l'azote est positif ou négatif selon les sols et les cycles. Le potassium peut déprimer le taux de magnésium surtout sous forte fumure azotée et dans les derniers cycles. L'apport d'amendements magnésiens est peu efficace.

Pour le **phosphore et le calcium,** la situation varie avec le type et le niveau de production animale : des fourrages moyennement fertilisés suffisent en général pour les bovins à l'engrais de plus de 24 mois, les laitières à moins de 10 litres, les brebis taries ou en fin de lactation, les jeunes ovins. A l'opposé les fortes laitières ne peuvent jamais trouver dans les seuls fourrages ce dont elles ont besoin : une complémentation minérale est obligatoire quelle que soit la fertilisation.

Entre ces deux cas extrêmes, les situations varient selon les sols, la flore, le cycle... en sol pauvre, avec des prairies exploitées de façon tardive en premier cycle et dans lesquelles l'azote a fait disparaître les légumineuses, une complémentation peut être nécessaire.

En ce qui concerne les **oligoéléments** la composition des foins français explique que les subcarences en cuivre, cobalt, zinc se soient généralisées en France (PERIGAUD et al., 1972). Or, en sol de faible réserve cuivrique, là où la teneur des fourrages est déjà basse, la fumure azotée peut la diviser par 2 et la faire descendre fortement en-dessous du seuil de carence primaire pour l'animal. Il en est de même pour le zinc : la complémentation des fourrages en oligoéléments cuivre-zinc paraît donc indispensable lorsque l'on cherche à atteindre des niveaux de production animale élevés. Celle en manganèse est à limiter aux régions de sols calcaires sains. La fertilisation directe des fourrages en cuivre, zinc, cobalt est également possible (COPPENET, 1970 ; PERIGAUD, 1974). En revanche, les engrais séléniés sont à proscrire en raison des risques de toxicité. De même, des apports de molybdène parfois nécessaires au bon développement de la luzerne, peuvent faire dépasser le seuil de toxicité en molybdène pour l'animal : le contrôle analytique d'un tel fourrage est toujours indispensable.

CONCLUSIONS

Une fertilisation en éléments majeurs bien conduite, respectant l'équilibre entre les éléments compte-tenu de leur rétention par le sol et des besoins des plantes tend à augmenter les teneurs des fourrages en tous les éléments utiles pour l'animal. Déséquilibrée, notamment par excès d'azote, elle appauvrit le fourrage en l'élément qui est insuffisant dans le sol : calcium, magnésium, sodium, cuivre, etc... Une fumure potassique en excès, peut induire une carence relative en magnésium, sodium...

Des taux insuffisants de phosphore, cuivre, provoqués par la fertilisation se révèlent surtout en début d'intensification au moment où la plupart des éléments, inclus jusqu'alors dans une matière organique assez inerte, entrent dans le cycle d'une minéralisation et d'une synthèse microbienne rapides provoquées par la mise en culture et la recalcification. Ultèrieurement, une fois le nouvel équilibre biologique atteint dans le sol et les nouvelles techniques d'élevage maitrisées, une connaissance globale du type de sol de la région et des fourrages utilisés permet d'apprécier l'incidence probable de la fertilisation et d'utiliser au mieux - ou de corriger - ses conséquences attendues sur la nutrition minérale des animaux.

Une complémentation minérale directe de l'animal reste toujours nécessaire, au moins en phosphore, calcium, souvent en sodium pour les plus fortes laitières et également en cuivre, zinc et cobalt, parfois manganèse pour tous les animaux destinés à un niveau de production assez élevé.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BROCHART M., 1972. L'infécondité nutritionnelle chez les vaches. In : Regards sur la France. « Les maladies animales. Leur incidence sur l'économie agricole ». Ed. S.P.E.I., Paris, 295-300.

COPPENET M., 1973. Fertilisation intensive et qualité des fourrages. Bull. Techn. Inform. 283, 583-591.

DEMARQUILLY C., Influence de la fertilisation sur la valeur alimentaire des fourrages. In : Coll. sur les incidences de l'emploi des engrais sur la qualité et la valeur nutritive des céréales, denrées fourragères etc... FAO-CEE Genève, juin 1974. Non publié.

GUEGUEN L., 1972. L'alimentation minérale des bovins. La Revue de l'Elevage, n° 305.

LAMAND M., 1972. Maladies de carence en oligoéléments. In : Regards sur la France. « Les maladies animales Leur incidence sur l'économie agricole ». Ed. S.P.E.I., Paris, 261-270.

LARVOR P., 1964. Enquête sur les facteurs agronomiques et zootechniques de la tétanie d'herbage dans le Nord de la France. Ann. Zoot., 13, 3, 277-288.

PERIGAUD S., BELLANGER J., LAMAND M., 1972. Les oligoéléments dans les foins en France. Fourrages, 52, 11-37.

PERIGAUD S., 1974. Influence de la fertilisation sur la qualité minérale des fourrages. Coll. FAO-CEE Genève. In : Colloque sur les incidences de l'emploi des engrais sur la qualité et la valeur nutritive des céréales... et des denrées fourragères. FAO-CEE Genève, juin 1974, non publié.

PERIGAUD S., 1975. Influence de la fertilisation sur la composition minérale des fourrages. Conséquences zootechniques. Fourrages, à paraître, septembre 1975.

UTILISATION DU TOURTEAU DE COLZA PAR LA BREBIS

par

M. THERIEZ, G. MOLENAT

Station de Recherches sur l'Elevage des Ruminants

Au cours d'expériences antérieures, nous avons montré que le tourteau de colza toasté a une action antithyroïdienne marquée chez les ovins qui présentent des symptômes analogues à ceux du «crétinisme goitreux de l'homme» : hypothyroïdisme fonctionnel accompagné d'un développement important de la glande thyroïde (MOLENAT, MICHELOT et THERIEZ, 1974). Lorsque ce tourteau est offert à des brebis en fin de gestation (6 dernières semaines), ces troubles s'accompagnent d'une réduction significative du poids des agneaux à la naissance et d'une augmentation importante des pertes dans les premières 48 heures après la naissance (THERIEZ, GRENET et MOLENAT, 1971).

Par ailleurs la fermentation du tourteau de colza par *Geotricum candidum* (ST.ARON, 1970) permet de réduire son activité antithyroïdienne et améliore son acceptabilité chez l'agneau à l'engraissement (MOLENAT, MICHELOT et THERIEZ, 1974).

Dans cet essai nous avons voulu d'une part vérifier l'absence de toxicité du tourteau de colza fermenté pour la brebis en fin de gestation et d'autre part comparer l'effet de deux niveaux d'apport de tourteau de colza toasté sur le poids des agneaux à la naissance pour fixer une quantité maximum d'apport de ce type d'aliment aux mères.

SCHEMA EXPERIMENTAL ET MESURES

Au cours de l'automne 1973, nous avons offert pendant 2 mois les aliments expérimentaux à des brebis inséminées en juin après synchronisation des oestrus à l'aide d'éponges vaginales. L'expérience a débuté 6 semaines avant la date présumée des premières mises bas du troupeau. Les brebis étaient retirées de l'expérience au fur et à mesure qu'elles agnelaient.

Les animaux étaient répartis en 5 lots composés chacun de 23 brebis (12 Limousines et 11 Charmoises).

Les brebis recevaient du foin de pré à volonté et 500 g d'aliment concentré par jour. Les aliments concentrés, dont la formule figure dans le tableau 1, contenaient soit du tourteau de lin (aliment témoin), soit du tourteau de colza. Celui-ci était toasté ou fermenté. L'apport de tourteau s'élevait à 200 g par tête. Trois lots recevaient chacun un seul aliment à base soit de tourteau de lin, soit de tourteau de colza toasté, soit de tourteau de colza fermenté. Deux autres lots recevaient un mélange composé pour moitié d'aliment contenant du tourteau de lin et pour moitié d'un aliment contenant du tourteau de colza (toasté ou fermenté), soit 1000 g de tourteau de colza seulement.

TABLEAU I

COMPOSITION DES ALIMENTS CONCENTRES OFFERTS

Aliment	Lin	Tourteau de colza fermenté	Tourteau de colza toasté
Maïs	54	58	58
Tourteau de lin	44	-	-
Tourteau de colza fermenté	-	40	-
Tourteau de colza toasté	-	-	40
Sel et phosphate bicalcique	2	2	2

L'expérience ayant eu lieu après une lutte en période d'anoestrus saisonnier, faute de moyens sûrs de détection de l'état physiologique des brebis, nous avons introduit, un mois après le début de l'expérience, un bélier dans chaque lot expérimental pour saillir les femelles qui seraient en chaleur. Les mâles qui étaient permutés chaque semaine, sont restés avec les brebis jusqu'à la fin de l'expérience.

Au cours de l'essai nous avons mesuré à deux reprises, et pendant trois jours consécutifs lors de chaque contrôle, la consommation de foin des animaux. Ceux-ci étaient pesés tous les 14 jours à heure fixe.

Lors de l'agnelage du mois de novembre, c'est-à-dire pendant l'expérience, nous avons relevé le nombre d'agneaux nés dans chaque lot, leur génotype et leurs poids de naissance. Ces résultats nous ont permis de vérifier les effets du tourteau de colza consommé en fin de gestation sur le poids des agneaux.

Lors de l'agnelage de juin, qui correspondait aux saillies réalisées en cours d'expérience, nous avons relevé le nombre de brebis des différents lots qui agnelaient et le nombre d'agneaux nés.

RESULTATS

Sur 115 brebis mises en expérience, 59 étaient gestantes (dont 14 Charmoises sur 55 et 43 Limousines sur 60). Sur les 56 autres, 46 ont agnelé en juin soit 33 Charmoises sur 40 et 13 Limousines sur 16. Nous disposons donc de deux séries de résultats obtenus sur des effectifs équivalents au point de vue nombre mais différents quant à la répartition entre races. Les effets de la distribution de colza seront estimés essentiellement sur des brebis Limousines pour la fin de la gestation et sur des brebis Charmoises pour la période de lutte.

QUANTITES D'ALIMENT INGEREES ET VARIATION DE POIDS DES BREBIS

Les brebis ont consommé tout l'aliment concentré qui leur était offert, quelle que soit la nature du tourteau incorporé.

Les quantités de foin ingérées ont peu varié d'un lot à l'autre, les valeurs observées étant comprises entre 1,4 et 1,6 kg /tête/ jour.

Le niveau alimentaire des animaux était identique dans les différents lots et n'a donc pas pu avoir d'effet éventuel sur le poids des agneaux à la naissance ou sur la fertilité des brebis.

Celles-ci ont eu des gains de poids vif élevés : 180 à 240 g/ jour pendant six semaines pour celles qui étaient gestantes, 110 à 150 g/ jour pendant 8 semaines pour celles qui étaient en lutte. Aucune des différences observées n'est significative.

POIDS DES AGNEAUX A LA NAISSANCE

Les 59 brebis qui ont agnelé ont produit 75 agneaux. La comparaison directe des poids de naissance s'est révélée impossible du fait du grand nombre de types obtenus (16 correspondant à 2 sexes × 2 modes de naissance × 4 génotypes) pour chaque régime. Aussi nous avons comparé le poids de chaque agneau à celui des animaux du même type (même sexe, même mode de naissance et même génotype) nés dans le reste du troupeau qui était hiverné dans le même bâtiment et qui recevait du foin de pré à volonté et 400 g d'aliment concentré. Nous avons ainsi obtenu un rapport entre le poids des agneaux des lots expérimentaux et celui des agneaux du troupeau.

Ce rapport s'élève à 105,3 pour les animaux issus des brebis du «lot lin» (témoin), à 103,6 et 105,3 respectivement pour ceux des lots «colza toasté» (200 g de tourteau de colza toasté) et «colza toasté + lin» (100 g de tourteau de colza), 106,3 et 107,0 pour les lots «colza fermenté» (200 g de tourteau de colza fermenté) et «colza fermenté + lin».

La nature du tourteau, le mode de traitement du tourteau de colza et la quantité de tourteau de colza ingéré n'ont donc pas eu d'effet significatif sur le poids des agneaux à la naissance. Ce résultat est en contradiction avec ceux de nos essais antérieurs, mais dans ces derniers, nous n'avions utilisé que des brebis Charmoises alors que dans cet essai ces brebis n'ont produit que 15 agneaux sur un total de 75.

FECONDITE DES BREBIS

Les résultats obtenus sur les 40 femelles Charmoises en lutte lors de l'expérience figurent sur le tableau 2. Les brebis qui ont reçu du tourteau de colza toasté sont les moins fertiles (proportion de brebis agnelant par rapport au nombre de brebis présentes à la lutte) mais leur prolificité (nombre d'agneaux nés par brebis agnelant) est supérieure. Nous avons analysé ces résultats par le test du X^2 ; réalisé sur l'ensemble des brebis présentes ou sur les Charmoises seules, en regroupant les animaux selon la nature du tourteau reçu sans tenir compte de la quantité consommée pour augmenter les effectifs de chaque lot.

TABLEAU II

EFFETS DE LA NATURE DU TOURTEAU OFFERT
SUR LA FECONDITE DE BREBIS CHARMOISES

Lot	Lin	Colza toasté et lin	Colza toasté	Colza détoxifié et lin	Colza détoxifié
Effectifs	9	6	8	9	8
Fertilité (1)	100	66,6	50	100	87,5
Prolificité (1)	122	125	150	166,6	114
Fécondité (1)	122	125	75	166,6	100

(1) Fertilité : nombre de femelles gestantes/nombre de femelles présentes × 100

Prolificité : nombre d'agneaux nés/nombre de femelles agnelant × 100

Fécondité : nombre d'agneaux nés/nombre de femelles présentes

Les différences de prolificité observées ne sont pas significatives alors que les différences de fertilité le sont au seuil de 5 p.100 pour l'ensemble des brebis, au seuil de 2 p.100 pour les Charmoises seules.

La fécondité des animaux (nombre d'agneaux nés par brebis présente à la lutte) n'est pas différente d'un lot à l'autre si l'on considère l'ensemble des brebis. Par contre, pour les brebis Charmoises seules, celles qui ont reçu le tourteau de colza toasté sont significativement moins fécondes ($P < 0,05$).

DISCUSSION ET CONCLUSION

Si les résultats de cette expérience sont en contradiction avec nos résultats antérieurs en ce qui concerne le poids des agneaux à la naissance, ils les confirment par contre pour les aspects fertilité lors de la lutte.

L'opposition qui existe entre les deux séries de mesures réalisées au cours de cet essai (poids des agneaux et fertilité des brebis) est peut-être due à une différence de sensibilité des animaux de races différentes à l'action goitrigène du tourteau de colza.

Dans tous les essais que nous avons réalisés, nous avons toujours observé une augmentation du poids de la glande thyroïde (brebis Charmoises, agneaux Limousins ou croisés Berrichons × Romanov × Limousins). Par contre seuls les essais sur animaux de race Charmoise nous ont permis d'obtenir des effets secondaires tels une réduction du poids de naissance ou une diminution du taux de prolificité.

Par ailleurs, cette expérience confirme nos résultats antèrieurs sur l'efficacité de la fermentation du tourteau de colza. Le tourteau fermenté n'a pas d'effet toxique apparent et les résultats obtenus avec des animaux consommant des aliments contenant ce tourteau ou du tourteau de lin sont identiques.

A l'issue de cet essai nos conclusions sont analogues aux précédentes, le tourteau de colza doit être évité dans les aliments pour brebis. Il risque en effet d'entraîner une chute de fertilité lors de la lutte et une réduction du poids des agneaux à la naissance. Cette conclusion est cependant plus nuancée qu'à l'issue des essais antérieurs car les différentes races ovines pourraient manifester une sensibilité plus ou moins grande aux effets goitrigènes du colza.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

STARON T., 1970. Journées internationales sur le colza. Paris 26-30 mai p. 482-496.

THERIEZ M., GRENET N., MOLENAT G., 1971. Ann. Zootech. 20 (4) 451-463.

MOLENAT G., MICHELOT Josette, THERIEZ .M., 1974. Fette Seifen Austrichmittel 76, Heft 7 und 8 (1974 Industrieverlag von Mernhaussen KG Hamburg 11.

REMERCIEMENTS

Ce travail a pu être réalisé grâce à une participation du CETIOM, Paris que nous remercions.

LA VIANDE DE CHEVAL

par

R. BOCCARD

Station de Recherches sur la Viande

Consommée par les humains dans la période préhistorique, la viande de cheval disparut pratiquement de leur alimentation au cours de l'histoire. Les raisons en sont obscures bien que les règles religieuses n'y soient sans doute pas étrangères. Depuis la fin du XIXème siècle, la viande de cheval a pu être officiellement commercialisée. Dès lors, des boucheries spécialisées et exclusives s'installèrent surtout dans les grandes villes.

Bien que de fondation récente, la boucherie hippophagique a, malgré tout, établi des traditions. Ainsi travaillant pendant trois quart de siècle des chevaux de trait de réforme, la majorité des bouchers y ont trouvé des caractères avantageux et considèrent que le maximum de qualité est offert par les chevaux d'âge, c'est à dire de 10 ans et plus. Ceux ci fourniraient une viande tendre et colorée. Il y a sans doute dans ces opinions actuelles une note de regret des temps passés, puisque de tels chevaux ont peu de chance de se retrouver en quantité sur le marché.

La baisse du cheptel a amené le troupeau équin à un très faible effectif. La production nationale (25 000 t) ne représente plus qu'un tiers de la consommation, le solde étant importé des pays de l'Est et du continent américain. Les élevages s'orientent vers la production d'un cheval jeune dont les caractéristiques sont encore mal définies malgré le fait que, parmi les bouchers hippophagiques, certains ont tout de même souvent commercialisé des poulains.

Autrefois attractive par son prix, notablement inférieur à celui de la viande de bœuf, la viande de cheval atteint actuellement les mêmes niveaux. La comparaison sur le plan nutritionnel et sensoriel s'établit dès lors avec le boeuf et,à prix égal, l'aspect qualitatif revêt une grande importance.

Pour répondre à ces questions une série d'études des caractères qualitatifs de la viande de cheval ont été entreprises avec l'aide des Haras Nationaux. Deux caractères jugés essentiels, la tendreté et la couleur, ont été plus particulièrement examinés.

LA TENDRETE

La tendreté de la viande domine largement les autres qualités. C'est d'elle que dépend dans une très large mesure la satisfaction du consommateur lors de la dégustation. Au laboratoire, elle est le plus souvent mesurée à l'aide d'appareils qui enregistrent l'effort de cisaillement d'un échantillon de section connue. Dans nos études c'est l'appareil de SALE qui a été utilisé. Il donne l'effort de cissaillement en kg par cm2.

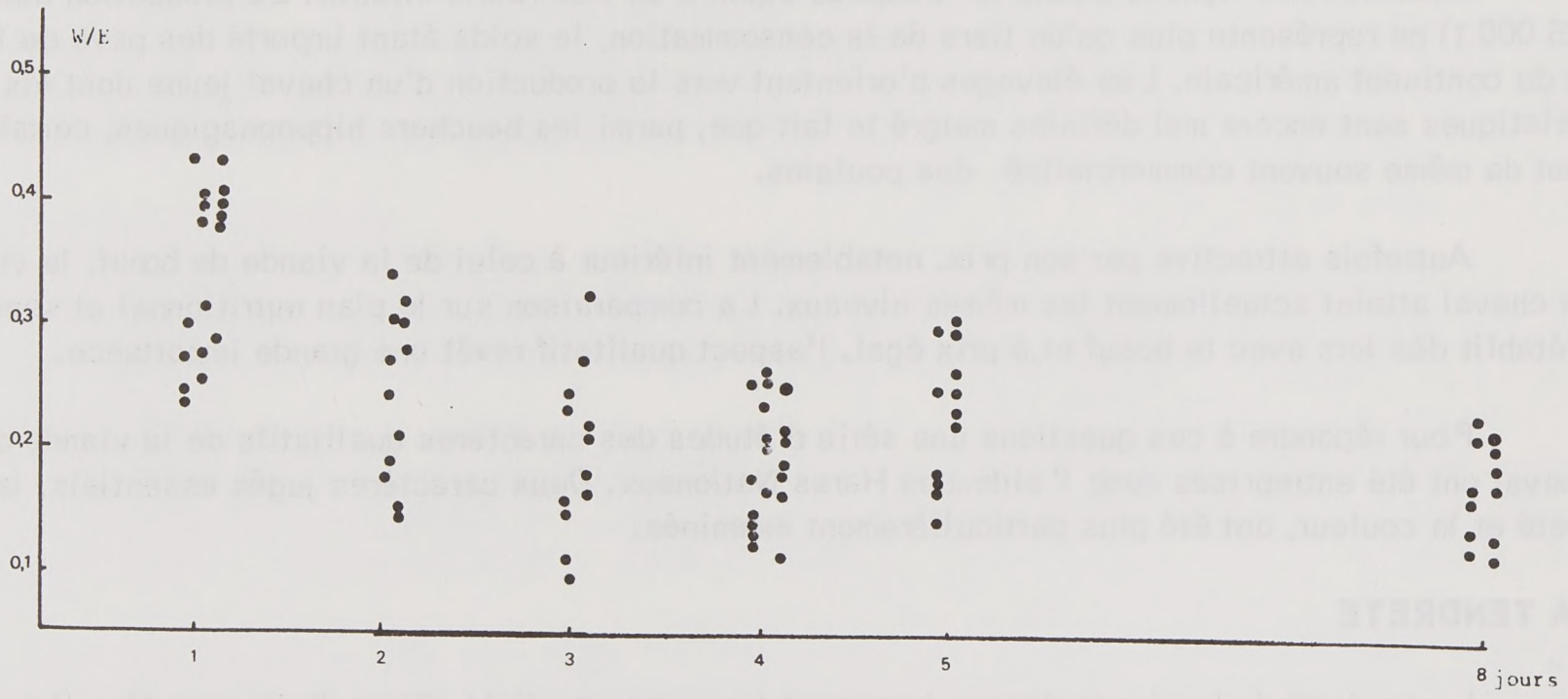
La tendreté varie largement entre les différents muscles de la carcasse et selon les animaux. Pour un type d'animal donné, la tendreté dépend des conditions d'abattage et de l'état de maturation des carcasses.

Ces deux séries de causes de variation de la tendreté sont les conséquences des propriétés des deux types de protéines musculaires : d'une part les protéines contractiles et sarcoplasmiques, d'autre part les protéines fibreuses du tissu conjonctif.

A la suite de l'abattage, les muscles tombent en rigidité ; ils sont alors au maximum de leur dureté. Leur système hydrolytique enzymatique entre en action et progressivement les structures musculaires sont attaquées. Il en résulte un attendrissage progressif. Ce phénomène de maturation est plus ou moins rapide selon le type des animaux de boucherie. Pour le cheval, nous l'avons suivi dans le cas d'animaux de différents âges : 6 mois, 18 mois et plus de 10 ans, en considérant le rapport de l'effort de cisaillement du travail développé au cours de l'opération (VALIN, SALE, 1970). Les résultats enregistrés sont regroupés dans la figure 1. Il apparait que dans les 3 cas, l'essentiel de la maturation est obtenu quatre jours après l'abattage.

FIGURE 1

EVOLUTION DU RAPPORT W/E (indice de maturation) DANS LE CAS DE 6 MUSCLES DE CHEVAUX DE 6 MOIS, 18 MOIS ET PLUS DE 10 ANS



La variation de tendreté entre différents muscles de la carcasse fut mesurée après une maturation de durée constante de 7 jours. La dureté croit avec l'âge surtout dans les muscles durs dès le jeune âge ; ceux ci dépassent alors le seuil de 3,5 kg, jugé comme limite d'utilisation en grillade. Cette dureté, due à la quantité et à la nature du tissu conjonctif, s'accuse avec le vieillissement du collagène, partie importante du tissu conjonctif. Le vieillissement du collagène a été apprécié en mesurant sa solubilité à la suite d'une cuisson aqueuse à 90° et à différentes durées, 2, 4, 6 heures (figure 2). La durée de cuisson est importante mais celle ci ne permet pas de récupérer les différences dues aux âges. Le cheval âgé semble avoir atteint un degré d'insolubilisation très résistant aux conditions de cuisson utilisées ici. La différence de solubilité ne dépend pas de la teneur en collagène. La différence entre muscle dur (P.P.) (riche en tissu conjonctif) et muscle tendre (L.D.) (pauvre) est pratiquement nulle.

FIGURE 2

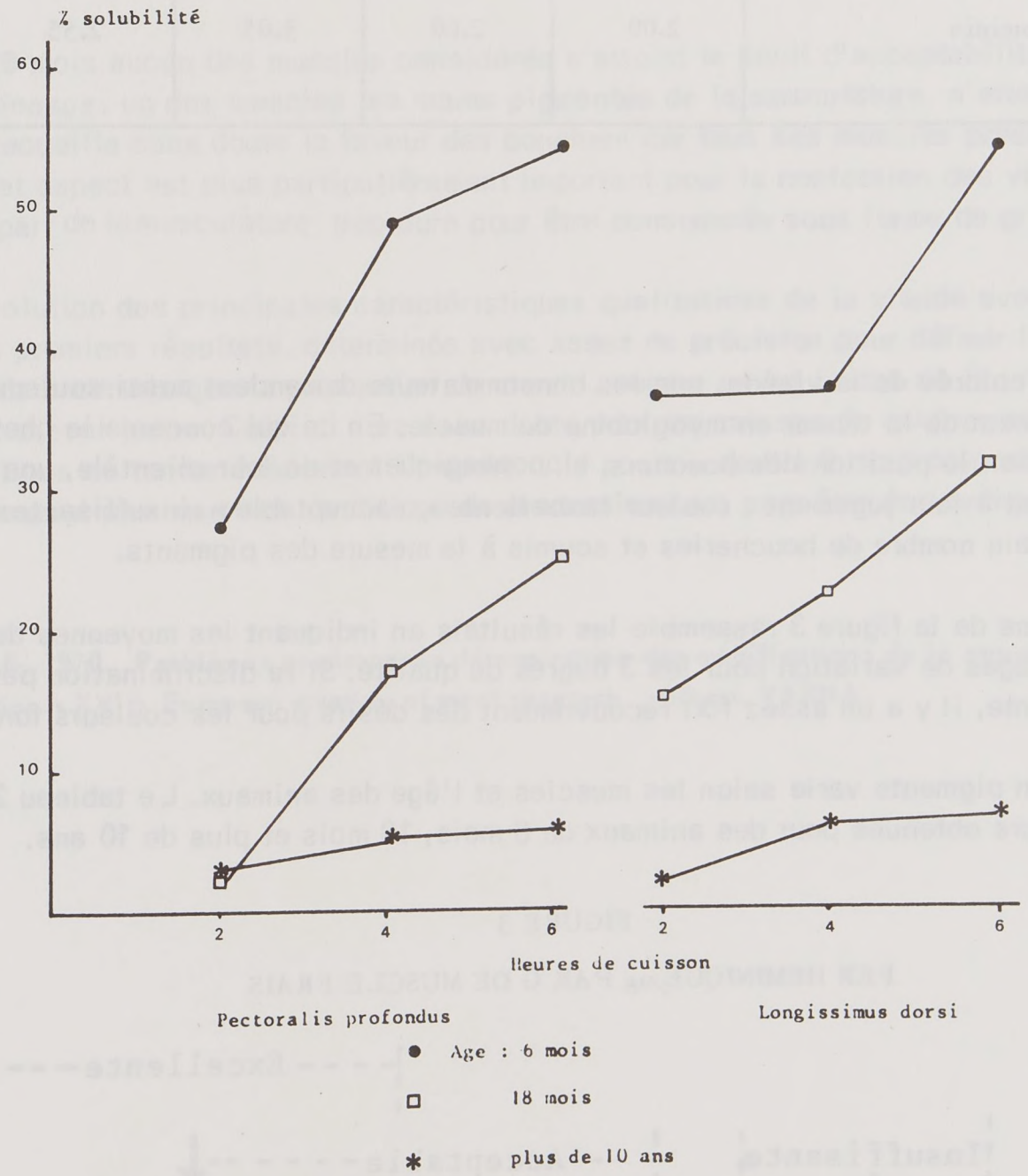


TABLEAU I

DURETE DE QUELQUES MUSCLES APRES 8 JOURS DE MATURATION EN kg/ cm^2 (mâles)

Nombre	Age				
	+ de 10 ans (1)	24 mois (10)	18 mois (10)	12 mois (14)	6 mois (1)
Semi tendinosus	5,60	4.50	3.90	3.50	3.50
Pectoralis profundus (P.P.)	4.80	5.80	4.90	4.50	3.45
Triceps brachii c ; laterale	4.55	5.70	5.50	4.20	3.65
Psoas major	2.85	-	-	-	2.00
Longissimus dorsi (L.D.)	2.50	1.70	1.40	1.55	1.25
Transversarius abdominis	2.00	2.60	3.05	2.55	-

LA COULEUR

L'intensité colorée de la viande, que les consommateurs demandent aussi soutenue que possible, dépend essentiellement de la teneur en myoglobine du muscle. En ce qui concerne le cheval, pour définir avec plus de précision la position des bouchers hippophagiques et de leur clientèle, une série d'échantillons correspondant à leur jugement : couleur «excellente», «acceptable» «insuffisante», ont été collectés dans un certain nombre de boucheries et soumis à la mesure des pigments.

Le diagramme de la figure 3 rassemble les résultats en indiquant les moyennes de teneur en fer héminique et les plages de variation pour les 3 degrés de qualité. Si la discrimination parait bonne pour la qualité insuffisante, il y a un assez fort recouvrement des désirs pour les couleurs foncées.

La teneur en pigments varie selon les muscles et l'âge des animaux. Le tableau 2 donne pour 6 muscles les valeurs obtenues pour des animaux de 6 mois, 18 mois et plus de 10 ans.

FIGURE 3

FER HEMINIQUE/ug PAR G DE MUSCLE FRAIS

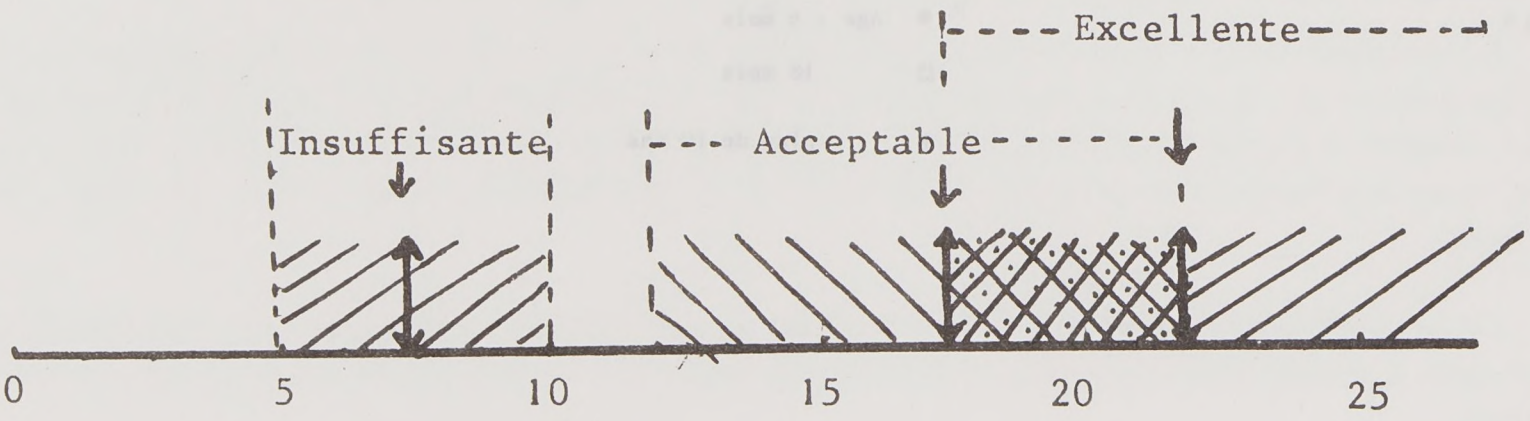


TABLEAU II

TENEUR EN FER HEMINIQUE EN μg PAR G DE MUSCLE FRAIS

	Semi tendinosus	Longissimus dorsi	Psoas major	Semi membranosus	Triceps brachii caput laterale	Pectoralis profundus
6 mois	5,35	7,00	7,25	7,70	9,50	12,30
18 mois	8,05	13,75	14,60	14,70	14,35	19,80
+ de 10 ans	13,50	18,10	19,30	20,90	22,25	27,10

Si à 6 mois aucun des muscles considérés n'atteint le seuil d'acceptabilité, à 18 mois un seul, le *Semi tendinosus*, un des muscles les moins pigmentés de la musculature, n'atteint pas le seuil. Le cheval âgé recueille sans doute la faveur des bouchers car tous ses muscles présentent une coloration soutenue. Cet aspect est plus particulièrement important pour la confection des viandes hachées à partir d'une large part de la musculature trop dure pour être consommée sous forme de grillades.

L'évolution des principales caractéristiques qualitatives de la viande avec l'âge n'est pas encore, par ces premiers résultats, déterminée avec assez de précision pour définir l'âge à l'abattage optimum. Il est cependant certain que la production de cheval, comme ce fut le cas de la production bovine, s'orientera vers un cheval jeune. Celui ci aura sans doute, pour les raisons de couleur, au moins 18 mois ou 2 ans. Si les conditions de tendreté devaient l'emporter, le poulain de 6 à 9 mois pourrait trouver un débouché important d'autant plus que ses conditions de production sont peut être économiquement plus intéressantes.

VALIN, SALE, 1970. Problèmes posés par la détermination des modifications de la structure du muscle au cours de la maturation - XVIth European meeting of meat research workers, VARNA.

C O M M U N I Q U E

LES ACQUISITIONS RECENTES
SUR LES CARENCES EN OLIGOELEMENTS
DU SOL AUX RUMINANTS.

(VIIesJournées du Grenier de Theix).

L'I.N.R.A. vient de publier le compte-rendu des VIIes Journées d'Information organisées par la Station de Physiopathologie de la Nutrition au Lycée Agricole de Marmilhat les 15-16-17 Octobre 1974.

Cette publication reproduit les 17 communications des Chercheurs français de nombreuses disciplines ainsi que des Ingénieurs et Techniciens spécialisés dans ce domaine. Elle comprend également le texte intégral des discussions faisant suite à chaque exposé ainsi que celui de la discussion générale qui a permis un échange de vue fructueux entre les Chercheurs et les personnes directement confrontées à ces problèmes.

Ces journées n'ont pas porté sur l'étude fondamentale des carences mais les Conférenciers ont insisté sur leurs incidences agronomiques, zootechniques et pathologiques à l'échelon national dans le domaine végétal et animal. C'est pourquoi cette publication s'adresse aussi bien aux vétérinaires, aux éleveurs qu'aux agronomes.

Cette étude de 184 p. (21 x 27)est en vente au prix de 40,00 F. auprès de :

C.N.R.A. - S.E.I. Documentation
Route de St Cyr
78000 VERSAILLES

Règlement par C.C.P. ou chèque bancaire à :

"Sous-régisseur - Documentation S.E.I."
C.C.P. Paris 9.153-19

SOMMAIRE

SYMPTÔMES DE CARENCES ET RÔLES DES OLIGOÉLÉMENTS CHEZ L'ANIMAL ; DIAGNOSTIC CLINIQUE. — PAGE
M. LAMAND (I.N.R.A.) 5

LES CARENCES EN OLIGOÉLÉMENTS CHEZ LES RUMINANTS EN FRANCE : RÉSULTATS D'ENQUÊTE.
S. PERIGAUD, M. LAMAND, J. BELLANGER, M. RICHET (I.N.R.A.) 14

LES CARENCES EN OLIGOÉLÉMENTS DANS LE FINISTÈRE : RÉSULTATS D'ENQUÊTE ET PROPHYLAXIE MISE EN PLACE.
J. KEROUANTON (E.D.E. FINISTÈRE) 33

CAS CONCRET DE CARENCE EN CUIVRE OBSERVÉE DANS UN TROUPEAU LAITIER.
M. CROSSET-PERROTIN (S.C.P.A.) 42

DIAGNOSTIC GÉOCHIMIQUE. INTERFÉRENCES AVEC LA CULTURE FOURRAGÈRE ET SON INTENSIFICATION.
S. PERIGAUD, M. COPPENET (I.N.R.A.) 46

DIAGNOSTIC ANALYTIQUE DES CARENCES. ÉCHANTILLONNAGE ET CONTAMINATIONS. MÉTHODES D'ANALYSE.
J. BELLANGER (I.N.R.A.) 67

LES CARENCES MINÉRALES EN FRANCE CHEZ LES PLANTES À DESTINATION FOURRAGÈRE (DONT LE MAÏS).
S. TROCME (I.N.R.A.) 75

OLIGOÉLÉMENTS ET FERTILITÉ.
M. BROCHART (I.N.R.A.) 82

NOTIONS DE DIGESTIBILITÉ ET TENEURS RECOMMANDÉES DANS LA RATION : PROPHYLAXIE ET TRAITEMENT.
M. LAMAND (I.N.R.A.) 90

POSSIBILITÉS D'ENRICHISSEMENT EN OLIGOÉLÉMENTS DU MAÏS ET DES FOURRAGES SUR PIED : APPORTS AU SOL ET PULVÉRISATIONS FOLIAIRES.
M. COPPENET, S. PERIGAUD (I.N.R.A.) 98

INFLUENCE DE LA DOSE ET DE LA FORME D'AZOTE SUR LES TENEURS EN CUIVRE DE DIFFÉRENTES GRAMINÉES FOURRAGÈRES.
D. BLANC, C. OTTO (I.N.R.A.) 112

INFLUENCE DE QUELQUES FACTEURS NATURELS ET DES FACTEURS D'INTENSIFICATION SUR LA COMPOSITION EN OLIGOÉLÉMENTS DES FOURRAGES DE PRAIRIES PERMANENTES.
F. DE MONTARD, S. PERIGAUD (I.N.R.A.) 120

COMPORTEMENT SPÉCIFIQUE DE DIFFÉRENTES ESPÈCES FOURRAGÈRES VIS-À-VIS DE LEURS POSSIBILITÉS D'ACCUMULATION DU CUIVRE DANS LES PARTIES AÉRIENNES.
Y. COÏC, C. LESAINT (I.N.R.A.) 137

EXEMPLE D'UN MODÈLE SIMPLIFIÉ POUR L'ÉTUDE DES MIGRATIONS DU CUIVRE APPORTÉ PAR VOIE FOLIAIRE.
M. HENRY, S. PERIGAUD (I.N.R.A.) 143

IMPORTANCE DU MOLYBDÈNE ET DE CERTAINS AMENDEMENTS RICHES EN OLIGO-ÉLÉMENTS SUR LE DÉVELOPPEMENT ET LA QUALITÉ DE LA LUZERNE : UTILISATION EN VUE DE L'ALIMENTATION ANIMALE.
C. JUSTE (I.N.R.A.) 151

EXPÉRIMENTATIONS SUR LA COMPLÉMENTATION EN OLIGOÉLÉMENTS. LES DIFFÉRENTS TYPES, LEURS DIFFICULTÉS RESPECTIVES.
M. RICHET, S. PERIGAUD, M. LAMAND (I.N.R.A.) 162

PROBLÈMES SOULEVÉS SUR LES PLANS BIOLOGIQUE ET LÉGISLATIF PAR L'ADJONCTION D'OLIGOÉLÉMENTS AUX ALIMENTS DES ANIMAUX.
R. FERRANDO (E.N.V. ALFORT) 170

CONCLUSION 177

DISCUSSION GÉNÉRALE 179

HORS-TEXTE : ENCART EN COULEUR SUR LES CARENCES EN OLIGOÉLÉMENTS SUR

ARTICLES SCIENTIFIQUES DES CHERCHEURS DU CENTRE

1974

MM. Yves RAYSSIGUIER, OTEGBEYE-YAYIDBEDE et Mme Livia MIRAVET - (Note présentée par M. Maurice FONTAINE). NUTRITION - Métabolisme et activité du cholécalciférol et de quelques dérivés hydroxylés chez le Rat en carence magnésique. - C.R. Acad. Sc. Paris, t. 278 (18 mars 1974)

La carence en magnésium n'empêche pas l'action du cholécalciférol ou du 25 OH cholécalciférol sur le transport calcique intestinal (étude in vitro sur anse intestinale éversée) mais diminue significativement la mobilisation calcique osseuse. Une étude métabolique réalisée après administration de 3H cholécalciférol et 3 H 25 OH cholécalciférol montre une quantité accrue de 1-25 di-OH cholécalciférol au niveau de la muqueuse intestinale des rats carencés en magnésium. L'action incomplète du cholécalciférol sur la mobilisation osseuse ne semble pas liée à un défaut du métabolisme vitaminique mais à la carence magnésienne elle-même au niveau de l'os.

Y. RAYSSIGUIER et P. LARVOR. - Parathyroid response to hypocalcemia in Magnesiun deficient rat. Horm. Metab. Res. 6 (1974) 91

J.M. GAREL et J.P. BARLET. The effects of calcitonin and parathormone on plasma magnesium levels before and after birth in the rat. J. Endocr. (1974), 61, 1-13.

J.P. BARLET, Y. RAYSSIGUIER et P. LARVOR (note présentée par M. Maurice FONTAINE). ENDOCRINOLOGIE - Action anti-hypermagnésémiante de la calcitonine chez le rat et la chèvre. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 278 (20 mai 1974)

Chez le Rat, l'administration de magnésium par tubage gastrique induit une hypermagnésémie. Celle-ci est beaucoup plus intense chez Le Rat thyroïdectomisé. Chez ce dernier, l'injection de calcitonine inhibe significativement cette hypermagnésémie. De même, chez la Chèvre, une élévation d'environ 30 % des apports magnésiens alimentaires n'a pas d'effet significatif sur la magnésémie des animaux normaux mais entraîne une hypermagnésémie intense chez ceux privés de calcitonine endogène.

C. REMESY et C. DEMIGNE - Détermination of volatile fatty acids in plasma after ethanolic extraction. Biochem. J. (1974) 141, 85-91

R.F.L. BATES et J.P. BARLET. The preventive effect of porcine calcitonin given by mouth on restraint induced gastric ulcer in rats. Horm. Metab. Res. 6 (1974) 332-333

J.M. GAREL, A.D. CARE et J.P. BARLET. A radioimmunoassay for ovine calcitonin: an evaluation of calcitonin secretion during gestation, lactation and foetal life. - J. Endocr. (1974), 62, 497-509.

G. CABELLO et M.C. MICHEL . Plasmatic hormonal iodine in healthy and diarrheic calves. Horm. Metab. Res. 6 (1974) 434

J.P. BARLET et R.F.L. BATES : Calcitonin given intragastrally and resistance to histamine induced peptic ulcer in guinea-pigs. - J. Endocr. (1974), 63, 407-408

S. PERIGAUD et J.M. DAUTRIA : Contribution à l'étude de l'origine et du comportement du cuivre dans quelques sols granitiques de la zone tempérée humide. Extrait de **10e Congr. Intern.** Science du Sol. Moscou, 1974, 209-218. Chem. of Soils, Vol. II, Com. II.

Trois points essentiels sont à retenir de notre étude :

1) Il n'apparaît pas possible, en un site donné, de prévoir la teneur approximative en cuivre d'un gisement de granite d'après son analyse modale ; l'analyse chimique reste indispensable.

2) La richesse en cuivre de l'arène dépendant du type d'altération subi par la roche, la seule connaissance de la teneur en cuivre du granite n'est pas une donnée suffisante pour apprécier celle de la «roche mère» à partir de laquelle le sol s'est formé.

3) Au niveau du sol, notre méthode d'extractions successives sur les différents horizons des profils, bien que ne permettant pas d'apprécier très correctement les différentes formes de cuivre, a une valeur de test susceptible de mettre en évidence, sur des sols peu différenciés de la zone tempérée humide, un parallélisme certain entre les comportements du cuivre et des constituants caractéristiques du type d'évolution pédologique, fer et, surtout, aluminium

J.P. BARLET : The influence of porcine calcitonin given intragastrally on restraint-induced gastric ulcers in pigs. Horm. Metab. Res. 6 (1974) 517-521

J.P. BARLET, M.C. MICHEL, M. THERIEZ, H. SAVAJOL et J.M. GAREL : Calcitonémie et effets métaboliques de la calcitonine chez l'agneau nouveau-né. - J. Physiol. Paris, 1974, 68, 519-529

Nous avons mesuré le taux de calcitonine plasmatique chez l'agneau dans l'heure suivant la naissance et sous l'influence de divers facteurs susceptibles de le faire varier. Nous avons étudié l'influence de l'injection intraveineuse d'une dose physiologique de calcitonine porcine sur l'élévation de divers paramètres sanguins, consécutive aux premières tétées.

1° La première tétée après la naissance, ou une tétée unique contrôlée 24 h plus tard, ne modifie pas la calcitonémie de façon significative. Par contre, celle-ci est significativement augmentée chez l'agneau nouveau-né recevant par voie orale 30 mg de calcium, c'est-à-dire la quantité de cet élément apportée par le colostrum au cours des 2 ou 3 premiers repas suivant la naissance.

2° A la dose de 30 mU MRC/kg de poids vif, la calcitonine porcine administrée par voie intraveineuse à l'Agneau, immédiatement avant la première tétée suivant la naissance, ne modifie pas la calcémie. Par contre, elle inhibe de façon significative la hausse du taux plasmatique des lipides totaux, du glucose et de l'azote aminé consécutive à ce repas. Elle n'a aucun effet sur la décroissance rapide de la fructosémie observée après la naissance.

Y. RAYSSIGUIER, P. LARVOR et J. DURLACH : Carence en magnésium chez le rat et variation de certains paramètres en rapport avec le métabolisme lipidique. Comptes rendus des séances de la Société de Biologie. Extrait du Tome 168, n°6-7, 1974, p. 736.

Des rats Sherman mâles pesant 150 g sont nourris en alimentation appariée avec un régime normal ou carencé en magnésium. Après une ou deux semaines, les rats carencés en Mg présentent une hypomagnésémie, une augmentation du taux D'AMP cyclique dans le tissu adipeux et dans la graisse brune mais pas de modifications de l'acétate ou des acides gras non estérifiés plasmatiques. La possibilité d'une augmentation de la sécrétion de catécholamines dans la carence en Mg est discutée.

M. HENRY (note présentée par M. Roger **GAUTHERET**) : PHYSIOLOGIE VEGETALE - Effet du calcium sur l'enrichissement en cuivre du maïs (Zea Mays L.) par apport foliaire localisé. - C.R. Acad. Sc. Paris, t. 279 (2 décembre 1974).

Le dépôt foliaire de $CuSO_4$, 5 H_2O 31,7 mM sur la 4e feuille du Maïs, enrichit en cuivre sa partie distale. Ceci s'accompagne de brûlures internervaires. Pour des hygrométries basses, le calcium semble avoir un effet stimulateur sur cet enrichissement qui s'expliquerait partiellement par l'hygroscopicité de ses sels. Aux fortes concentrations en cuivre, la perméabilité cellulaire à ce cation ne semble pas être affectée par la présence de calcium.

R. PION, E. MENDES PEREIRA et J. PRUGNAUD : Composition en acides aminés et valeur nutritive de quelques nouveaux aliments protéiques. - Deuxième symposium Alimentation et Travail, VITTEL - Mai 1974

Nous avons étudié la composition en acides aminés d'un certain nombre de microorganismes alimentaires, de légumineuses, d'oléagineux, de concentrés protéiques et d'aliments plus ou moins élaborés réalisés à partir de ces derniers. Nous avons en outre étudié chez le rat la valeur nutritive d'un certain nombre de concentrés protéiques et de protéines texturées de soja et de tournesol.

Les aliments étudiés étaient utilisés par les animaux expérimentaux comme seules sources de protéines, et étaient supplémentés en acides aminés en fonction de leur composition. Les études ont comporté des mesures de digestibilité de l'azote et dans un certain nombre de cas des acides aminés et des mesures de croissance, associées à la détermination des teneurs en acides aminés libres des tissus sanguin et musculaire.

La valeur nutritive des aliments à base de soja étudiés est généralement en accord avec la composition en acides aminés sauf dans le cas d'un aliment mis en conserve, dont la lysine et la thréonine ne semblent pas totalement disponibles.

Les traitements utilisés pour l'extraction des protéines de tournesol, et en particulier les traitements alcalins, influent sur la composition en acides aminés et la valeur nutritive des concentrés et doivent être bien contrôlé.

Y. HENRY, R. PION et A. RERAT : Fourniture de protéines au porc et possibilités de réduction des normes azotées. - 25ème Congrès annuel, F.E.Z., Copenhagen, 1974.

J. GRIZARD, J. PRUGNAUD et R. PION : Influence de l'alimentation par repas sur la composition corporelle et les teneurs sanguines en acides aminés libres chez le rat en croissance. - Comptes rendus des séances de la Société de Biologie. Extrait du Tome 168, n°6-7, 1974, p. 738

Par rapport à la libre consommation, l'alimentation du Rat en croissance en six repas égaux, régulièrement répartis au cours de la journée, améliore la croissance et l'efficacité des nutriments pour la croissance, mais ne modifie pas la composition corporelle. La plupart des teneurs sanguines en acides aminés libres indispensables sont plus faibles chez l'animal nourri par repas que chez l'animal nourri ad libitum ; en revanche, la plupart des teneurs en acides aminés libres non indispensables sont plus élevées.

R. PION : Dietary effects and amino acids in tissues. 1er Symposium International « Protein Metabolism and Nutrition », Nottingham, Juillet 1974.

Etiennette COMBE, 1974 . Relationships between digestive microflora, and nitrogen nutrition in animals.

G. FAUCONNEAU : Editorial - Cahiers de nutrition et de diététique, 1974, 9 (3)

G. FAUCONNEAU : Apport des recherches agronomiques aux industries des corps gras. Etudes et Recherches - Recherches Agronomiques, 105 à 117

Les travaux relatifs aux corps gras sont poursuivis par une cinquantaine de chercheurs de l'I.N.R.A. appartenant aux différents secteurs productions végétale et animale et technologie. On étudie les aspects quantitatif et qualitatif des corps gras métropolitains, végétaux et animaux. On analyse les différents facteurs de variation de la composition des acides gras : - génétique - environnement- - alimentation.

La valeur nutritive des matières grasses disponibles est étudiée chez les différentes espèces animales. L'utilisation métabolique des différents acides gras fait l'objet d'études en cours.

Des travaux sont poursuivis sur les qualités technologiques et nutritionnelles des matières grasses destinées à l'alimentation humaine. Ces travaux utilisent des animaux pilotes, rats, porcs, volailles dans différents états physiologiques ; ils sont poursuivis avec l'I.N.S.E.R.M. pour les études sur l'Homme.

En ce qui concerne la recherche dans le domaine des protéines végétales, de nombreux travaux sont en cours sur les protéines des graines oléagineuses. On étudie en particulier : les teneurs en protéines des différentes variétés de tournesol et de colza,; la répartition des protéines dans les différentes parties de la graine ; l'histogramme des différentes protéines des graines de tournesol et de colza, les caractéristiques physico-chimiques des fractions protéiques les plus abondantes, les variations de leurs proportions en fonction de divers facteurs ; la composition en acides aminés des différentes protéines et des protéines totales ; la purification des protéines des grains pour obtenir des «concentrats» ; l'utilisation digestive et métabolique des tourteaux par les espèces «pilotes» (rats) et par les différentes espèces d'intérêt zootechnique : volailles, porcs, ruminants ; l'amélioration de la valeur nutritive des tourteaux par voir technologique (détoxification du tourteau de colza, depelliculage du tournesol et du colza) et par voie génétique (sélection de variétés dépourvues de substances goitrigènes).

La diversité de ces recherches est telle que le complexe agriculture-industrie doit permettre d'obtenir des produits de mieux en mieux adaptés aux divers besoins tant de l'Homme que des animaux.

R. TOULLEC, J.F. FRANTZEN, J.L. MAUBOIS et R. PION : Utilisation digestive par le veau préruminant des protéines du lactosérum traitées par ultrafiltration sur membrane. - La Technique Laitière, 1974, nº 828.

J.P. JOUANY, J. SENAUD, J. GRAIN, de PUYTORAC P., 1974 : Observations sur les conditions d'installation de «Polyplastron multivesiculatum» (Cilié Entodiniomorphe) dans le rumen de mouton. - Journal of Parasitology, 21, 472 (Abt).

C. DEMARQUILLY et R. JARRIGE : the comparative nutritive value of grasses and legumes. 5th Gen meeting of European Grassl. Assoc., Uppsala, june 1973.

Les légumineuses sont plus riches en azote, acides organiques, calcium, etc... mais plus pauvres en glucides solubles que les graminés. Elles ont aussi une teneur plus élevée en membranes qui sont moins digestibles parce que plus lignifiées mais qui sont digérées plus rapidement.

La digestibilité des plantes de deux familles obéit aux mêmes lois. Elle dépend essentiellement du stade de végétation et du numéro du cycle. Elle diminue constamment avec l'âge, notamment durant le premier cycle, la diminution étant du même ordre de grandeur chez les deux familles. A même stade de végétation, la luzerne est moins digestible que les graminées et que les autres légumineuses mais des différences importantes existent aussi entre les différentes espèces de graminées.

La quantité de graminées et de légumineuses ingérées diminue avec l'âge des plantes en même temps que leur digestibilité. Quand la digestibilité diminue, la quantité de légumineuse ingérée diminue cependant beaucoup moins que la quantité de graminée ingérée. En outre, à même digestibilité, les légumineuses sont ingérées en plus grande quantité que les graminées, mais il existe aussi des différences importantes suivant les espèces pour une même famille.

La conservation des fourrages entraine des modifications à la fois de digestibilité et de quantité ingérée, modifications qui peuvent être très variables suivant la méthode de conservation, les conditions climatiques lors de la récolte (fenaison), la famille botanique et la finesse de hachage (ensilage). Les légumineuses sont, en général, plus difficiles à conserver par ensilage et subissent des diminutions de digestibilité plus importantes lors de la fenaison et de la déshydratation. En revanche, elles réagissent mieux au broyage et au conditionnement que les graminées.

C. BERANGER, C. JEST, G. LIENARD, C. PARAIN, C. ROYER, J.L. ROUQUETTE. J.H. TEISSIER, R. VALOGNE : l'Aubrac : 10 ans d'évolution 1964-1973 - 1974, C.N.R.S.

G. LARRERE : Eléments sur l'histoire de la mise en valeur du Plateau de Millevache. - 1974, Laboratoire de Recherche Economie de l'Elevage.

A. LACOURT, Soy proteins in french products with a meat base. J. Am. Oil Chemists-Soc., janvier 1974 (vol. 51) 190 A - 192 A.

C. TOURAILLE - J.L. BERGERE. La germination de la spore de *Clostridium tyrobutyricum*. II. Démonstration de l'intervention de l'acétokinase et de la phosphotransacétylase par l'étude de leurs propriétés. Biochimie, 1974, 56, 404-422.

Les propriétés d'une acétokinase AK (ATP : acétate phosphotransférase, EC. 2.7.2.1) et d'une phosphotransacétylase PTA (acétyl-CoA : Orthophosphate acétyltransférase, EC. 2.3.1.8) isolées à partir de cellules végétatives de C. *tyrobutyricum* ont été étudiées dans le but de voir si elles interviennent dans la germination de la spore de cette bactérie. Ces enzymes présentent beaucoup de similitudes avec celles d'autres microorganismes en particulier *E. coli* pour l'AK et C. *Kluyvery* pour la PTA.

Le poids moléculaire de l'AK est de 68 000 daltons. Elle phosphoryle seulement l'acétate et le propionate mais à une vitesse moindre, les K_m étant respectivement de 100 et 135 mM. Pour l'ATP le K_m est de 3 mM, pour l'ADP de 5 mM et pour l'acétyl-P de 3 mM. L'équilibre de la réaction est en faveur de la formation d'acétate et d'ATP avec une constante de 0,005 et le mécanisme du type « Ping-Pong ». L'AK active seulement en présence de Mg^{2+} ou Mn^{2+} est fortement inhibée par les ions Hg^{+} ou le p-CMB et stimulée par les composés réducteurs. La phosphorylation de l'acétate par l'AK est inhibée de manière compétitive par les composés **suivants** : fluoroacétate > butyrate $\geq$ thioglycolate > lactate > glycolate et le propionate ; le formate, la glycine, l'iodoacétate et l'acétamide sont sans effet.

Le poids moléculaire de la PTA est de 58 000 daltons. Elle catalyse une réaction reversible mais la vitesse de décomposition de l'acétyl-CoA est beaucoup plus lente que celle de sa formation. Les K_m sont de 1,1 mM pour l'acétyl-P et de 0,03 mM pour le CoA. Les ions K^{+} et surtout NH_4^{+} activent l'enzyme alors que les ions Na^{+} Li^{+}, Cs^{+}, et Ca^{2+} l'inhibent. L'inhibition par Na^{+} est compétitive par rapport à NH_4^{+}. En présence d'NH_4 ou de K^{+}, l'activation est fonction de l'anion, l'ordre d'efficacité étant le suivant : $Cl^{-} > CH_3 - COO^{-} > SO_4^{2-} > PO_4^{3-}$. Le NADH, l'ADP, l'ATP et le pyruvate sont sans effet sur la PTA mais les acides 3 et 2,3-phosphoglycériques exercent une inhibition compétitive vis-à-vis de l'acétyl-P et le 2-phosphoglycérique une inhibition mixte.

L'AK et la PTA de la spore ne diffèrent pas d'une manière significative de celles de la cellule végétative, au moins en ce qui concerne leur pH optimal et les interactions avec leurs substrats et leurs inhibiteurs.

L'excellente concordance entre certaines des propriétés de l'AK et de la PTA, en particulier l'action des inhibiteurs, et les propriétés de la germination montre que ces enzymes sont impliquées dans le mécanisme de la phase initiale de la germination de la spore de C. *tyrobutyricum*. Une hypothèse sur le rôle de l'acétyl-CoA formé est formulée.

VIème JOURNEES INTERNATIONALES DE LA FEDERATION EUROPEENNE DES HERBAGES (MADRID 29 MAI - 3 JUIN 1975)

Ces journées avaient pour thème : «Les pâturages et la production fourragère sous les climats caractérisés par une longue saison sèche». G. MOLENAT a participé aux travaux et a présenté un rapport dont nous donnons ici le résumé.

VALEUR ALIMENTAIRE DES PATURAGES DE CAUSSES POUR LES OVINS

G. MOLENAT (1), G. BECHET (1), D. HUBERT (2) et M. MAQUERE (3)

Pour mesurer les potentialités d'un parcours sur le Causse du Larzac, nous avons mis en place un troupeau de brebis pâturant en rotation sur trois parcelles à raison de 1 brebis par hectare. Nous avons suivi l'évolution du poids vif des animaux et mesuré les quantités de fourrage qu'ils ingéraient à l'aide de brebis munies de sacs à fecès. Des brebis fistulées de l'oesophage nous ont permis de déterminer la composition chimique du régime et de comparer la composition botanique des bols alimentaires à celle des parcours au moment du pâturage.

1) Les animaux manifestent une nette préférence pour les légumineuses. Les graminées et carex sont consommés en quantités d'autant plus élevées que les légumineuses diminuent sur le parcours. Les graminées sèches ainsi que les feuilles d'arbustes peuvent constituer une part importante du régime du début du printemps (avril) et en automne.

2) La teneur en matières azotées totales du régime, faible en avril ainsi qu'en automne, est élevée en mai-juin (15 à 18 %). Elle est très influencée par la fréquence des légumineuses sur le parcours et diminue brutalement en été.

3) La digestibilité du régime est moyenne ; elle ne dépasse 60 % que pendant le mois de mai. Les quantités ingérées varient autour de 1,4 kg de MS/brebis/jour mais atteignent 2,0 kg au mois de mai.

4) La lutte au mois de novembre, sur le parcours, permet d'obtenir un taux de prolificité satisfaisant mais l'hivernage des brebis à l'extérieur sans apport de fourrage complémentaire conduit à des gains de poids insuffisants pendant la gestation. L'hivernage à l'extèrieur avec de bonnes performances est cependant possible si l'on regroupe les brebis entre décembre et avril, dans un parc de faible superficie où on leur distribue du foin et du concentré.

Les agneaux doivent être sevrés dès le mois de juin.

(1) Station de Recherches sur l'Elevage des Ruminants
(2) C.N.R.S., C.E.P.E. L. EMBERGER B.P. 5051 - 34033 MONTPELLIER CEDEX
(3) I.N.R.A. Génétique des petits ruminants - LA FAGE - 12250 ROQUEFORT

REUNION ANNUELLE DE LA FEDERATION EUROPEENNE DE ZOOTECHNIE (FEZ)
(VARSOVIE 23-27 Juin 1975)

- La réunion annuelle 1975 des commissions de la FEZ a eu lieu en Pologne. Ces commissions sont au nombre de 7 : 1) Génétique des animaux domestiques ; 2) Alimentation des animaux domestiques ; 3) Exploitation et santé des animaux ; 4) Production bovine , 5) Production ovine et caprine , 6) Production porcine ; 7) Production chevaline.

- Les 4 séances de la commission alimentation ont été consacrées à :

1) Influence des facteurs du milieu lors de l'élevage des veaux et des porcs
2) Régulation de l'ingestion d'aliments chez la vache laitière en relation avec la production de lait
3) Alimentation des animaux à fourrure
4) Evaluation et utilisation dans l'alimentation animale des déchets de l'industrie des aliments.

- Les chercheurs sur l'alimentation des ruminants du C.R.Z.V. de Theix étaient représentés à cette réunion par M. JOURNET qui a présenté les deux communications suivantes :

1) Facteurs physiologiques de la quantité d'aliments volontairement ingérée par la vache laitière ;
2) Utilisation par les ruminants des sous produits de l'industrie sucrière en France.

Editions **S.E.I.**

C.N.R.A.

Route de St Cyr 78000 - Versailles

Dépôt légal : 4ème trimestre 1975